

INTEGRATION OF PROCESS PERFORMANCE MONITORING, PROCESS DEVICE MONITORING, AND CONTROL

Also published as:

DE10223725 (A1)

JP2008305419 (A)

HK1053362 (A1)

HK1052229 (A1)

GB2379749 (A8)

Classification:

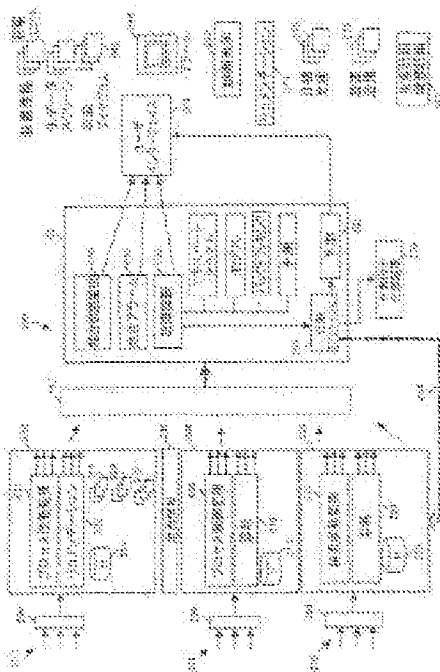
- **European:** C10G11/18R; G05B23/02

Application number: JP20020195282 20020529

Priority number(s): US20010953811 20010917

more >>

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an integration system capable of most suitably using a plurality of data (equipment, process control and performance data) related to a process control system as the whole. ; **SOLUTION:** The process control system within a plant comprises a process equipment monitoring device for collecting device data; a process control monitoring device for collecting process control data; a process model constituted so as to execute process performance monitoring and generate process performance data; and a computer system for realizing a software routine for executing the functions in the plant by use of two or more of the equipment data, the process control data and the process performance data. ; **COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-38596

(P2004-38596A)

(43) 公開日 平成16年2月5日 (2004. 2. 5)

(51) Int. Cl. ⁷

G05B 23/02

F 1

G05B 23/02

V

テーマコード (参考)

5H223

審査請求 未請求 請求項の数 49 O L 外国語出願 (全 138 頁)

(21) 出願番号 特願2002-195282 (P2002-195282)

(22) 出願日 平成14年5月29日 (2002. 5. 29)

(31) 優先権主張番号 09/953, 811

(32) 優先日 平成13年9月17日 (2001. 9. 17)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注: 以下のものは登録商標)
レーザーディスク

(71) 出願人 594120847

フィッシャー・ローズマウント システムズ,
インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 78759 テキサス
オースティン キャメロン ロード 83
01

(74) 代理人 100065868

弁理士 角田 嘉宏

(74) 代理人 100088960

弁理士 高石 ▲さとり▼

(74) 代理人 100106242

弁理士 古川 安航

(74) 代理人 100110951

弁理士 西谷 俊男

最終頁に続く

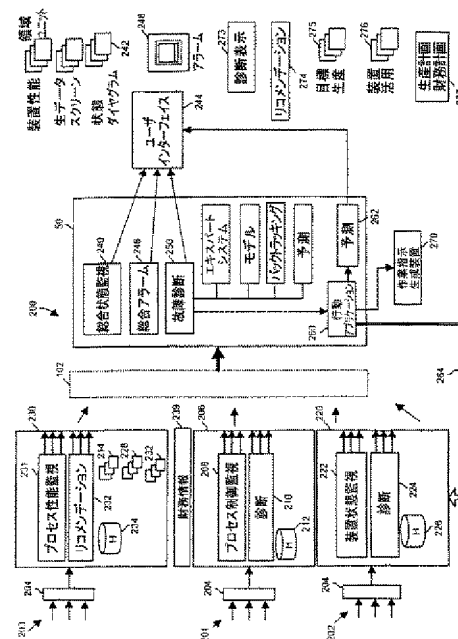
(54) 【発明の名称】 プロセス性能監視とプロセス装置監視および制御への統合

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 プロセス制御システムに関連する複数のデータ (装置、プロセス制御および性能データ) を全体的に最適な利用ができる統合システムを提供する。

【解決手段】 プラント内のプロセス制御システムであって、装置データを収集するプロセス装置監視デバイスと、プロセス制御データを収集するプロセス制御監視デバイスと、プロセス性能監視を実行し、プロセス性能データを生成するように構成されるプロセスモデルと、前記装置データ、前記プロセス制御データおよび前記プロセス性能データの内二つ以上を用いて、前記プラント内の機能を実行するソフトウェアルーチンを実現するコンピュータシステムを備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

プラント内のプロセス制御システムであって、
装置データを収集するプロセス装置監視デバイスと、
プロセス制御データを収集するプロセス制御監視デバイスと、
プロセス性能監視を実行し、プロセス性能データを生成するように構成されるプロセスモデルと、
前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を用いて、前記プラント内の機能を実行するソフトウェアルーチンを実現するコンピュータシステムと
を備えることを特徴とするプロセス制御システム。

【請求項2】

前記プラント内の前記機能が診断機能であり、
前記ソフトウェアルーチンが前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる診断機能を実行する診断ルーチンであることを特徴とする請求項1記載のプロセス制御システム。

【請求項3】

前記ソフトウェアルーチンが、プロセス制御診断ルーチン、装置監視診断ルーチン、およびプロセス性能診断ルーチンの内二つ以上を備えることを特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項4】

前記ソフトウェアルーチンが、プロセス制御モデル、装置モデル、および性能監視モデルの内二つ以上を備えることを特徴とする請求項3記載のプロセス制御システム。

【請求項5】

前記診断ルーチンが前記装置データ、前記プロセス制御データ、およびプロセス性能データの内二つ以上に基づき、将来の状態を予測する予測ルーチンを備えること特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項6】

前記診断ルーチンによって作成される診断決定に応答して、ユーザにリコメンデーションを作成するリコメンデーションソフトウェアルーチンをさらに備えることを特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項7】

前記診断ルーチンによって作成される診断決定に基づき、制御活動またはプロセス活動の一つを実施する活動ソフトウェアルーチンをさらに備えることを特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項8】

前記診断ルーチンによって作成される診断決定に基づき、指示を自動的に生成する指示生成ルーチンをさらに備えることを特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項9】

前記指示生成ルーチンが、前記プラント内で実行される作業を指示する作業指示を生成すべくなくしてあることを特徴とする請求項8記載のプロセス制御システム。

【請求項10】

前記指示生成ルーチンが、前記プラントに必要な一または複数の部品を注文する部品注文を生成すべくなくしてあることを特徴とする請求項8記載のプロセス制御システム。

【請求項11】

前記診断ルーチンが、前記プロセス制御データ、前記装置データ、およびプロセス性能データの内二つ以上に基づき、バックトラッキングを実行すべくなくしてあることを特徴とする請求項2記載のプロセス制御システム。

【請求項12】

前記機能がビュー機能であり、

前記ソフトウェアルーチンが、収集された前記装置データ、前記プロセス制御データ、およびプロセス性能データの二つ以上を利用して、表示端末を介して表示スクリーンを作成すると共に表示するように構成されることを特徴とする請求項1記載のプロセス制御システム。

【請求項13】

前記ソフトウェアルーチンが、プロセス制御構成要素、装置構成要素、またはプロセス性能構成要素に関連するインデックスを作成する、インデックス作成ルーチンを備え、

前記ソフトウェアルーチンが、前記インデックスを表示する前記プロセス制御プラントのビューを作成すべく有していることを特徴とする請求項12記載のプロセス制御システム。

【請求項14】

前記ソフトウェアルーチンが、表示スクリーン上に、プロセス制御アラーム、装置アラーム、およびプロセス性能アラームの二つ以上を一緒にプロセスを表示すべく有していることを特徴とする請求項12記載のプロセス制御システム。

【請求項15】

前記収集された装置データ、前記制御データ、または前記プロセス性能データを処理する一または複数のデータ調整アプリケーションをさらに備えることを特徴とする請求項1記載のプロセス制御システム。

【請求項16】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、または前記プロセス性能データが圧縮されるように構成されていることを特徴とする請求項15記載のプロセス制御システム。

【請求項17】

前記ソフトウェアルーチンが前記プラント内の二つ以上のコンピュータに分散されるべく有していることを特徴とする請求項1記載のプロセス制御システム。

【請求項18】

プラント内のプロセス制御システムを操作する方法であって、

前記プラント内の装置の状況に関連する装置データを収集するステップと、

前記プラント内のプロセス制御活動の状況に関連するプロセス制御データを収集するステップと、

前記プロセスの性能に関連するプロセス性能データを収集するステップと、

前記プラント内でさらなる機能を実行するために、前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの二つ以上を利用するステップと

を備えることを特徴とする方法。

【請求項19】

前記プラント内のさらなる機能が診断機能であり、

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの二つ以上を利用する前記ステップは、前記装置データ、前記プロセス制御データ、およびプロセス性能データの二つ以上を組み合わせる診断機能を実行するステップを備えることを特徴とする請求項18記載の方法。

【請求項20】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの二つ以上を組み合わせる前記ステップは、前記プロセス制御データを処理するプロセス制御診断ルーチン、前記装置データを処理する装置監視診断ルーチン、および前記プロセス性能データを処理するプロセス性能監視ルーチンの二つ以上を利用するステップを備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項21】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの二つ以上を組み合わせる前記ステップは、装置モデル、プロセス制御モデル、およびプロセス性能モデルの二つ以上を利用するステップを備えることを特徴とする請求項20記載の方法。

。

【請求項22】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、およびプロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる前記ステップは、前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上に基づいて、将来の状態を予測するステップを備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項23】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる前記ステップの間に作成される診断決定に応答して、一または複数のアクションをユーザにリコメンドするステップをさらに備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項24】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる前記ステップのにおいて作成される診断決定に基づいて、制御活動またはプロセス活動の一つを実施するステップをさらに備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項25】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる前記ステップにおいて作成される診断決定に基づいて、自動的に指示を生成する指示生成ステップをさらに備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項26】

前記指示生成ステップは、前記プラント内で実行される作業を指示する作業指示を生成することを特徴とする請求項25記載の方法。

【請求項27】

前記指示生成ステップは、前記プラント内に必要とされる一または複数の部品を注文する部品注文を生成することを特徴とする請求項25記載の方法。

【請求項28】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を組み合わせる前記ステップは、前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上に基づいてバックトラッキングを実行するステップを備えることを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項29】

前記機能はビュー機能であり、
前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を利用する前記ステップは、前記収集された装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を利用して表示スクリーンを作成するステップを備えることを特徴とする請求項18記載の方法。

【請求項30】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上を利用する前記ステップは、プロセス制御構成要素、装置構成要素、またはプロセス性能構成要素に関連する一または複数のインデックスを作成するステップが含まれ、表示スクリーンを作成する前記ステップが、前記一または複数のインデックスを表示する前記プロセス制御プラントのビューを作成するステップを備えることを特徴とする請求項29記載の方法。

【請求項31】

前記表示スクリーンを作成する前記ステップは、プロセス制御アラーム、装置アラーム、およびプロセス性能アラームの内二つ以上を前記表示スクリーン上とともに表示するステップを備えることを特徴とする請求項29記載の方法。

【請求項32】

前記装置データ、前記プロセス制御データ、および前記プロセス性能データの内二つ以上

を利用する前記ステップの前に、前記収集された装置データ、前記プロセス制御データ、または前記プロセス性能データを処理するステップをさらに備えることを特徴とする請求項18記載の方法。

【請求項33】

少なくとも前記プロセス制御データ、前記装置データ、または前記プロセス性能データの一部分を圧縮するステップをさらに備えることを特徴とする請求項18記載の方法。

【請求項34】

プロセス制御システムであって、
複数のプロセス制御デバイスと、
一または複数の制御装置と、
一または複数のユーザインターフェイスと、
プロセス制御データ、装置データ、およびプロセス性能データを収集する処理デバイス上に実現される一または複数のデータ収集ルーチンと、
前記プロセス制御システム内で状態監視を実行する前記データ収集ルーチンによって収集された前記プロセス制御データ、前記装置データ、および前記プロセス性能データを受取り処理する前記データ収集ルーチンと通信可能に接続された状態監視ルーチンとを備えており、
前記プロセス制御デバイス、前記制御装置、および前記ユーザインターフェイスが、一または複数の通信ネットワークを介して、通信可能に接続され、
前記データ収集ルーチンが、前記プロセス制御システム内の複数の異なるソースの種類からデータを透過的に受け入れるように構成されていることを特徴とするプロセス制御システム。

【請求項35】

前記複数の異なるソースの種類が、携帯収集デバイス、実験室用化学的物理的測定ソース、直接オンライン入力ソース、および遠隔ソースの内二つ以上を備えることを特徴とする請求項34記載のプロセス制御システム。

【請求項36】

前記プロセス制御システムが、地域分散型ネットワーク全体に亘って分散されていることを特徴とする請求項34記載のプロセス制御システム。

【請求項37】

少なくとも一つの前記通信ネットワークは、インターネットまたは衛星通信ネットワークの一つを備える共用通信チャネルであることを特徴とする請求項36記載のプロセス制御システム。

【請求項38】

前記データ収集ルーチンが、Fieldbus通信プロトコル、IEEE802.3通信プロトコル、blue tooth通信プロトコル、X.25通信プロトコル、またはX.400通信プロトコルの一つを利用して、有線媒体、無線媒体、同軸ケーブル媒体、電話モデム媒体、光ファイバー媒体、光学媒体、流星バースト媒体、衛星媒体の内一つを備える物理的媒体を介して、データを収集すべくなしてあることを特徴とする請求項36記載のプロセス制御システム。

【請求項39】

前記データ収集ルーチンが独立して動作し、前記一または複数の通信ネットワークを介して互いに通信すべくなしてあることを特徴とする請求項34記載のプロセス制御システム。

【請求項40】

前記各データ収集ルーチンは、一貫した形式で前記収集されたデータを調整し、確認し、有効にし、および形式化するデータ処理ルーチンを備えることを特徴とする請求項34記載のプロセス制御システム。

【請求項41】

前記データ収集ルーチンは、前記制御装置の一つおよび前記ユーザインターフェイスの一

つを利用して、前記収集されたデータを制御システムに送信し、前記状態監視ルーチンは、一貫した形式で、前記収集されたデータを調整し、確認し、有効にし、形式化するように構成されていることを特徴とする請求項34記載のプロセス制御システム。

【請求項42】

前記状態監視ルーチンは、前記制御システムに関連するサブアセンブリプロセッサ上で格納されると共に実行されるように構成されていることを特徴とする請求項41記載のプロセス制御システム。

【請求項43】

前記サブアセンブリプロセッサは、システムバスを介して、前記制御システムの前記ユーザインターフェイスおよび前記制御装置に直接接続されることを特徴とする請求項42記載のプロセス制御システム。

【請求項44】

前記制御装置は、前記制御システムの前記制御装置をプロセス制御装置に接続するように構成される入力／出力システムを備え、前記サブアセンブリプロセッサが前記制御装置の入力／出力システムに一体化されていることを特徴とする請求項42記載のプロセス制御システム。

【請求項45】

前記データ収集ルーチンは、前記収集されたデータを圧縮する圧縮ルーチンを備えることを特徴とする請求項44記載のプロセス制御システム。

【請求項46】

前記圧縮ルーチンは、ウェーブレット信号表現変換、Fourier変換、およびHadamard変換、ならびにそれらの係数伝達、例外処理、ならびにスウィングドアデータ圧縮の内一つを有する圧縮技術を利用すべく有していることを特徴とする請求項45記載のプロセス制御システム。

【請求項47】

プロセス制御システムであって、
複数のプロセス制御デバイスと、
一または複数の制御装置と、
一または複数のユーザインターフェイスと、
前記一または複数の制御装置と前記一または複数のユーザインターフェイスとを相互接続する通信ネットワークと、
前記プロセス制御システムの構成に関連する装置情報およびプロセス制御戦略構成情報を格納するデータベースと、
プロセス制御データ、装置データ、およびプロセス性能データを収集する処理デバイス上に実装される一または複数のデータ収集ルーチンと、
前記データ収集ルーチンによって収集された前記プロセス制御データ、前記装置データ、および前記プロセス性能データを受け取ると共に処理する前記一または複数のデータ収集ルーチンに通信可能に接続された前記プロセス制御システム内で状態監視を実行する状態監視ルーチンと、
前記一または複数のユーザインターフェイスを介して、前記状態監視ルーチンに係るかまたは生成される状態監視情報と共に、前記データベース内で格納された、前記プロセス制御システムに関連する前記装置およびプロセス制御戦略構成情報を表示する表示ルーチンと
を備えることを特徴とするプロセス制御システム。

【請求項48】

前記表示ルーチンは、前記装置情報およびプロセス制御戦略構成情報、ならびに前記状態監視情報を複数のレベルで表示し、該レベルが、前記装置およびプロセス制御戦略の異なる要素に属する情報を提供する高レベルと、状態監視情報を含む高レベルの情報内の個々の要素についての情報をさらに提供する一または複数のより低レベルとを含むことを特徴

とする請求項47記載のプロセス制御システム。

【請求項49】

前記表示ルーチンは、より高レベル層を描画しているスクリーン内で要素を選択することにより、より高レベル層からより低レベル層に、移行可能に構成されていることを特徴とする【発明の詳細な説明】プロセス制御システム。

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的にプロセスプラント内のプロセス制御システムに関するものであり、さらに詳細には、異なるデータソースおよび多種多様なデータソースからの複数の種類のデータ、例えば装置監視、プロセス制御監視、および性能監視に関連するデータを利用してプロセス制御プラントまたは環境内の資産活用を援助すると共に向上させるのに用いる統一されたシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

プロセス制御システム、例えば化学プロセス、石油プロセス、または他のプロセスは、通常、少なくとも一つのホストワークステーションまたはオペレータワークステーションならびに、一または複数のプロセス制御および計器デバイス、例えばフィールドデバイスに、アナログバス、デジタルバス、またはアナログ／デジタルを組合せたバスを介して、通信可能に接続されている一または複数の集中型または分散型プロセス制御装置を備えている。フィールドデバイスは、例えば、バルブ、バルブポジショナ、スイッチ、トランスミッタ、およびセンサ（例えば、温度センサ、圧力センサ、および流速センサ）であっても良く、バルブの開閉およびプロセスパラメータ測定のような機能をプロセス内で実行する。プロセス制御装置は、フィールドデバイスにより作成されるかまたはそれらに関連するプロセス測定結果もしくはプロセス変数、および／またはそれらのフィールドデバイスに属する他の情報を示す信号を受信し、この情報を利用して制御ルーチンを実施し、それから制御信号を生成し、一または複数のバスを介してフィールドデバイスに送信してそのプロセス動作の制御をする。フィールドデバイスおよび制御装置からの情報は、通常、オペレータワークステーションにより実行される一または複数のアプリケーションが利用できるようになっており、オペレータがそのプロセスに関する所望の機能、例えばプロセスの現在の状況を見たり、プロセスの動作を変更したりすること等を可能にしている。

【0003】

典型的なプロセス制御システムは、複数のプロセス制御デバイスおよび計測器デバイス、例えばバルブ、トランスミッタ、およびセンサ等を有しており、それらは一または複数のプロセス制御装置に接続され、プロセスの動作の間、該プロセス制御装置はこれらのデバイスを制御するソフトウェアを実行する。さらに、上記プロセス制御システムには、プロセス動作に必要なまたは関連する複数の他のサポートデバイスも設けられている。これらの追加のデバイスには、例えば、電源装置、パワー生成および分散装置、および回転装置、例えばタービン等が含まれており、通常のプラント内の複数の領域に設置されている。この追加の装置は、プロセス動作に影響を与える目的で、必ずしもプロセス変数を作成または利用するとは限らず、多くの場合、プロセス制御装置により制御されていないか、または接続さえもされていないが、この装置は、それにもかかわらず、プロセスの適切な動作に重要であり、最終的には必要である。しかしながら、過去においては、プロセス制御装置はこれらの他のデバイスを必ず認識しているわけではなく、または、プロセス制御装置は単にこれらのデバイスがプロセス制御を実行しているとき適切に動作しているものと想定していた。

【0004】

さらに、複数のプロセスプラントはそれらに関連する他のコンピュータを有し、ビジネス機能または保守機能に関連するアプリケーションを実行させている。例えば、幾つかのプラントはコンピュータを備えており、プラントのための原材料の注文、交換部品の注文、またはデバイスの注文に関連するアプリケーション、および販売ならびに生産に必要なも

のを予測するのに関連するアプリケーション等を実行している。同様に、複数のプロセスプラント、特にスマートフィールドデバイスを利用しているプラントは装置監視アプリケーションを有しており、そのプラント内のデバイスを、これらのデバイスがプロセス制御デバイスおよび計測装置デバイスまたは他の種類のデバイスかどうかに関係なく、これらのデバイスを監視または保守することを支援するために利用する。例えば、フィッシャーローズマウントシステムズ社により販売されている資産管理解決（AMS）アプリケーションは、フィールドデバイスとの通信をすると共にそれに属するデータを格納し、そのフィールドデバイスの動作状態を確かめて追跡することを可能にする。そのようなシステムの一つの例は「フィールドデバイス管理システム内で利用する一体化された通信ネットワーク」という表題の米国特許第5,960,214号に開示されている。幾つかの例においては、AMSアプリケーションはデバイスと通信し、そのデバイス内のパラメータを変更しても良く、そのデバイスに本体上でアプリケーション、例えば自己校正ルーチンまたは自己診断ルーチンを実行させても構わなく、およびそのデバイスの状況または調子についての情報を取得しても良い。この情報は格納され、保守要員によりこれらのデバイスを監視および保守するために利用されても良い。同様に、他の種類のデバイス、例えば回転装置、パワー生成デバイス、およびパワー供給デバイスを監視するのに利用される他の種類のアプリケーションがある。これらの他のアプリケーションは時々保守要員が利用され、プロセスプラント内のデバイスを監視すると共に保守するのに利用される。しかしながら、多くの場合、外部サービス組織がプロセス性能および装置の監視に関連するサービスを実行しても良い。これらの場合、外部サービス組織はそれらが必要なデータを取得し、通常メーカ独自のアプリケーションを実行してそのデータを解析し、プロセスプラントの作業員には単に結果およびリコメンデーションを提供するだけである。参考にはなるが、プラントの作業員は測定された生データを見るまたは、その解析データを他の任意の方法で利用する権能は少しもまたは全く有しない。

【0005】

従って、典型的なプラントまたはプロセスにおいては、例えばプロセス性能監視のようなプロセス制御活動、デバイスおよび装置の保守および監視活動、ならびにビジネス活動に関連する機能は、これらの活動が発生する領域およびこれらの活動を通常実行する作業員の両方に分離されている。さらに、これらの異なる機能に関与する異なる人々は、一般的に、異なるツール、例えば異なる機能を実行するために異なるコンピュータ上で実行される異なるアプリケーションを利用する。多くの場合、これらの異なるツールは、プロセス内の異なるデバイスに関連するまたはそれから集められる異なる種類のデータを集めまたは利用すると共に、必要なデータを集めるために別に設定されている。例えば、通常プロセスの毎日の動作を監視しているプロセス制御オペレータおよびプロセスの動作の品質および継続を確保するのが主責任であるプロセス制御オペレータは、通常、プロセス内の設定ポイントを設定すると共に変更したり、プロセスループの調整をしたり、プロセスオペレーション、例えばバッチオペレーションをスケジュールすること等によりプロセスに影響を与えている。これらのプロセス制御オペレータは手に入るツールを利用してプロセス制御システム内のプロセス制御問題を診断すると共に訂正しており、該プロセス制御システムは、例えば自動調整装置、ループ解析装置、およびニューラルネットワークシステム等を備える。また、プロセス制御オペレータは、プロセス変数情報をそのプロセスから一または複数のプロセス制御装置を介して受信するが、これらの制御装置はプロセス内で生成するアラームを含むそのプロセスの動作についての情報をオペレータに提供している。この情報は標準ユーザインターフェイスを介してプロセス制御オペレータに提供されても良い。

【0006】

さらに、プロセス制御変数の動作状態、および、制御ルーチンまたはプロセス制御ルーチンに関連する機能ブロックもしくはモジュールの動作状態についての限られた情報を利用して、不十分に動作しているループを検出し、その問題を解決するためにリコメンデーションされる行動計画についての情報をオペレータに提供するエキスパートエンジンが提供

されていることは現在公知のことである。そのようなエキスパートエンジンは、1999年2月22日に出願された「プロセス制御システム内の診断」という表題の米国特許出願連続番号第09/256,585号、そして2000年2月7日に出願された「プロセス制御システム内の診断エキスパート」という表題の米国特許出願連続番号第09/499,445号に開示されており、ここで明白に、それらの両方を本文において引用することにより援用する。同様に、制御オプティマイザ、例えば実時間オプティマイザをプラント内で実行し、そのプロセスプラントの制御活動を最適化することは公知のことである。そのようなオプティマイザは、通常、プラントの複雑なモデルを利用して、そのプラントの動作を幾つかの所望の最適化変数、例えば利益に対して最適化するために、入力をどのように変更し得るかを予想している。しかしながら、多くの場合、これらのオプティマイザは外部サービス組織により提供されており、従って、そのプラントの他の領域で直接に利用可能ではない。

【0007】

一方、プロセス内の実際の装置が効率的に動作しているのを保証し、機能不良の装置を修理および交換するのが主責任である保守要員は、ツール、例えば保守インターフェイス、上述したAMSアプリケーション、およびプロセス内のデバイスの動作状態についての情報を提供する他の複数の診断ツールを利用する。また、保守要因はプラントの一部の停止を要求し得る保守活動をスケジュールしている。一般的にスマートフィールドデバイスと呼ばれている複数の新しい種類のプロセスデバイスおよび装置においては、これらのデバイスは検出ツールおよび診断ツールを備え、自動的にデバイスの動作問題を感知してこれらの問題を標準保守インターフェイスを介して保守要員に報告することもできる。例えば、AMSソフトウェアはデバイス状態および診断情報を保守要員に報告し、通信および他のツールを提供して保守要員がデバイス内で何が起きているのか判断すると共にそれらのデバイスにより提供されるデバイス情報を手に入れるのを可能にしている。通常、保守インターフェイスおよび保守要員はプロセス制御オペレータから離れたところに配置されているが、これはいつもそうであるということではない。例えば、幾つかのプラントにおいては、プロセス制御オペレータは保守要員の職務を実行しても良くまたその逆であっても構わなく、またはこれらの職務に責任を有する異なる人々が同じインターフェイスを利用しても良い。

また、ビジネスアプリケーション、例えば部品、補給品、および原料等の注文、戦略的ビジネス決定、例えばどの製品を生産するかおよびどの変数をプラント内で最適化するか等の選択を行なう責任を有する人達ならびにそれらの目的で利用されるアプリケーションは、通常、プロセス制御インターフェイスと保守インターフェイスとの両方から離れたプラントの事務所に配置されている。同様に、マネジャーまたは他の人たちは、そのプラントの動作を監視すると共に長期の戦略的決定を行うのに利用するために、離れた領域からまたはそのプロセスプラントに関連する他のコンピュータシステムから、プロセスプラント内のある情報をアクセスしても良い。

【0008】

概して、プラント内の異なる機能、例えばプロセス制御動作、保守動作、およびビジネス動作を実行するために利用される非常に異なるアプリケーションは分離されているので、これらの異なるタスクに利用される異なるアプリケーションは一体化されておらず、従って、データまたは情報も共有しない。実際に、多くのプラントは、これらの異なる種類のアプリケーションの全てではなくその一部を有するのみである。多くの場合、一部のタスク、例えば装置の監視、デバイスの動作の試験、およびプラントが最適な方法で稼動しているかの判断等は、必要なデータを測定し、解析を実行し、そしてこの解析の結果だけをそのプラントの作業者に提供する外部コンサルタントまたはサービス会社により実施される。これらの場合、通常、データは、メーカ独自の方法で収集および格納されており、このデータは、他の理由に対してプラント作業者の役に立つことはほとんどない。

【0009】

また、全てのアプリケーションがプラント内に置かれたとしても、異なる作業者がこれら

の異なるアプリケーションおよび解析ツールを利用しており、これらのツールはそのプラント内の異なる機械設備に配置されているので、そのプラント内の一つの機能領域から他の領域への情報の流れはほとんどなく、このことは、この情報がそのプラント内の他の機能に役に立ち得るとしても同じである。回転装置データ解析ツールは保守要員により不完全に機能している出力発生機または回転装置を検出することに利用されてることができる（非プロセス変数型データに基づき）。このツールは問題を検出して、そのデバイスが校正、修理、または交換する必要があることを保守要員に警告しても良い。しかしながら、プロセス制御オペレータ（人間またはソフトウェアエキスパートのどちらか）は、その不完全に動作しているデバイスが問題を引き起こしてプロセス制御動作により監視されているループまたは一部の他の構成部品に影響を与え得るとしても、この情報から得るものはない。同様に、ビジネスパーソンは、たとえその製造デバイスが重要であり、そのビジネスパーソンが所望し得る方法でそのプラントを最適化するのを妨げ得るとしても、この事実に気付かない。プロセス制御エキスパートは、最終的にプロセス制御システム内のループまたはユニットの不完全な動作を引き起こし得るデバイス問題に気付かず、プロセス制御オペレータまたはエキスパートは、この装置が完全に動作していると想定しているので、プロセス制御エキスパートはプロセス制御ループ内でそれが検出した問題を間違って診断し得るし、その問題を実際に解決することができないツール、例えばループ調整機を適用しようとし得る。同様に、そのビジネスパーソンはビジネス決断をして、その機能不良のデバイスのために、所望のビジネス効果（例えば、利益を最適化すること）を達成しない方法でそのプラントを運営し得る。

【0010】

そのプラント自体内においてまたは外部サービス会社もしくはコンサルタントを介すかのいずれであっても、プロセス制御環境内で利用できるデータ解析ツールならびに他の検出ツールおよび診断ツールが多くあるため、保守要員が利用できるデバイスの調子および性能についての多くの情報があり、これらの情報はプロセスオペレータおよびビジネスパーソンにとり役に立ち得る。同様に、ビジネス機能を実行することにより生成する情報またはその過程で利用される情報があり、保守要員またはプロセス制御オペレータがプロセスの動作を最適化する際に役に立ち得る。しかしながら、過去においては、これらの機能は分離されていたので、一つの機能領域で生成されたまたは集められた情報は他の機能領域では全く利用されていなかったか、または非常に有効に利用されていなかった。そのためプロセスプラント内の資産は全体的に最適な利用がされていなかった。

【0011】

【課題を解決するための手段】

プロセス制御システムはデータ収集および分配システムを有しており、異なるデータソースからのデータを収集および格納しており、各データソースは、メーカー独自の方法を利用して最初のデータを取得または生成しても良い。また、データ収集および分配システムは、プロセス制御システムに関連する他のアプリケーションもしくはその中に用意されている他のアプリケーション、またはデータソース自体に関連し任意の所望の方法で用いるアプリケーションがその格納されたデータを利用できるようにする。このようにして、アプリケーションは、広範囲の異なるデータソースからのデータを利用して、プラントの現在の動作状態のより良いビューまたはインサイトを提供し、そのプラントに関してより良いまたはより完全な診断または金融面での決断を行なう。従って、以前は異なる収集システム、例えばプロセス制御監視システム、装置監視システム、およびプロセス性能モデルからのデータを組み合わせるかまたは利用して、より優れたプロセス制御プラントの全体ビューまたは状態を判断し、問題のより良い診断をし、そして生産計画およびプラント内の保守における対策を取るかまたはリコメンドをするアプリケーションが提供されても良い。例えば、情報またはデータは、デバイス、ループ、およびユニット等の調子、変数、性能、または利用に属する保守機能により収集されても良い。また、この情報は、プロセスオペレータまたは保守要員に送信されると共に表示され、その人に現在または将来の問題を通知する。この同じ情報はプロセスオペレータにより用いられループ内の現在の問題を

解決したり、例えばプラントの動作ポイントを変更して最適状態で動作していないデバイスを把握すると共にその原因を解決する。診断アプリケーションは、非プロセス変数、例えばデバイスの調子に属する測定指標、制御指標、デバイス指標を生成することもできる。これらの装置性能指標は主要性能変数、例えば生産の効率および費用を計算するモデルから決定されても良い。プロセス制御エキスパートはこれらの測定指標、制御指標、およびデバイス指標をプロセス変数データにとともに用いてそのプロセスの動作を最適化する。

【0012】

開示されたデータ収集および分配システム利用して、プロセス変数データおよび非プロセス変数データは組み合わせられ、例えばプロセスモデルを生成する。同様に、プロセスの停止が必要となるようなデバイス問題の検出は、ビジネスソフトウェアに自動的に、取り替え部品の注文をさせてもよいし、プラントの実際の状態により選択された戦略的行動が所望の結果を生じないだろうと予測されることをビジネスパーソンに警告させても良い。プロセス制御機能内で実行される制御戦略の変更は、ビジネスソフトウェアに自動的に新しいまたは異なる原材料を注文させても良い。勿論、プロセス制御データ、装置監視データ、および性能監視データの統合データが、プロセス制御プラント内の資産の状況についての異なるおよびさらに完全な情報をプロセスプラントの全ての領域に提供して支援することができるその他の多くの種類のアプリケーションも備えられている。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1を参照すると、典型的なプロセス制御プラント10は、一または複数の通信ネットワークにより、複数の制御システムおよび保守システムと相互接続されている複数のビジネスコンピュータシステムおよび他のコンピュータシステムを備えている。図示されているプロセス制御プラント10は、一または複数のプロセス制御システム12、14を備えている。プロセス制御システム12は従来のプロセス制御システム、例えばPROVOXシステムもしくはRS3システムまたは他の任意のDCSであっても良い。図1に図示されているシステム12は制御装置12Bおよび入力／出力(I/O)カード12Cに結合されているオペレータインターフェイス12Aを備えており、入力／出力(I/O)カード12Cは多種のフィールドデバイス、例えばアナログおよび高速アドレス可能遠隔トランスミッタ(HART)フィールドデバイス15に結合されている。プロセス制御システム14は分散型プロセス制御システムであっても良く、一または複数の分散型制御装置14Bに、バス、例えばイーサネット(登録商標)バスを介して結合されている一または複数のオペレータインターフェイス14Aを備えている。制御装置14Bは、例えば、テキサス州オースチンにあるフィッシャーローズマウント社により販売されているDelta V(商標)制御装置または所望の種類他の任意の制御装置であっても良い。制御装置14BはI/Oデバイスを介して一または複数のフィールドデバイス16に結合されており、該フィールドデバイス16は、例えばHARTフィールドデバイスもしくはFieldbusフィールドデバイス、またはPROFIBUS(登録商標)プロトコル、WORLDFIP(登録商標)プロトコル、Device-Net(登録商標)プロトコル、AS-Interfaceプロトコル、およびCANプロトコル等を利用する任意のスマートフィールドデバイスもしくは非スマートフィールドデバイスである。公知のように、フィールドデバイス16は、プロセス変数の他に他のデバイス情報にも関連するアナログ情報またはデジタル情報を制御装置14Bに提供することもできる。オペレータインターフェイス14Aはプロセス制御オペレータが利用可能なツールを格納すると共に実行し、制御オブティマイザ、診断エキスパート、ニューラルネットワーク、およびチューナ等を含むプロセス動作を制御する。

【0014】

また、保守システム、例えばAMSアプリケーションまたは他の任意のデバイス監視および通信アプリケーションもしくは装置監視および通信アプリケーションを実行するコンピュータは、プロセス制御システム12、14またはその中の個々のデバイスに結合され

て保守活動および監視活動を実行しても良い。例えば、保守コンピュータ18は、制御装置12Bおよび／またはデバイス15に、所望の任意の通信回線もしくは通信ネットワーク（無線式デバイスネットワークもしくは携帯式デバイスネットワークを含む）を介して接続されてデバイス15と通信し、デバイス15を再設定したり、デバイス15に他の保守活動を実行させることもできる。同様に、保守アプリケーション、例えばAMSアプリケーションは分散型プロセス制御システム14に関連する一または複数のユーザインターフェイス14Aによってインストールされて実行され、デバイス16の動作状況に関連するデータ収集を含む保守機能および監視機能を実行することができる。

【0015】

図示されているプロセス制御プラント10は、多種の回転装置20、例えばタービンおよびモータ等を備えており、それらは保守コンピュータ22に、幾つかの常設の通信リンクまたは仮設の通信リンク（例えば、バス、無線通信システム、または装置20に接続されて読み取りを行なった後取り外される携帯式デバイス）を介して接続されている。保守コンピュータ22は、例えばC S iシステムにより提供される公知の監視および診断アプリケーション23、または回転装置20の動作状態を診断、監視、および最適化するのに利用される他の公知の任意のアプリケーションを格納すると共に実行することもできる。保守要員は、通常、アプリケーション23を利用してプラント10内の回転装置20の性能を保守すると共に監視し、回転装置20の問題を判断し、回転装置20を修理または取り替えないければならないか否か、およびその時期について判断する。幾つかの場合、外部コンサルタントまたはサービス組織は回転装置20に属するデータを一時的に獲得または測定し、このデータを利用して回転装置20の解析を実行し、回転装置20に影響を与えている、問題、劣化した性能、または他の問題を検出する。これらの場合、それらの解析を実行しているコンピュータがシステム10の残りの部分に通信回線を介して接続されていなくても、一時的に接続されているだけでも構わない。

【0016】

同様に、パワー生成および分配システム24はプラント10に関連するパワー生成および分配装置25を有し、例えばバスを介してもう一つのコンピュータ26に接続されており、そのコンピュータはプラント10内のパワー生成および分配装置25の動作を実行すると共に監視している。コンピュータ26は、例えばLebertおよびASCOサービス会社または他のサービス会社により提供される、公知のパワー制御および診断アプリケーション27を実行し、パワー生成および分配装置25を制御すると共に保守する。また、多くの場合、外部コンサルタントまたはサービス組織は回転装置20に属するデータを一時的に取得または測定し、このデータを利用して回転装置20の解析を実行し、回転装置20に影響を与えている、問題、劣化した性能、または他の問題を検出する。これらの場合、それらの解析を実行しているコンピュータ（例えば、コンピュータ26）は、システム10の残りの部分に通信回線を介して接続されていなくても、一時的に接続されているだけでも構わない。

【0017】

勿論、他の任意の装置およびプロセス制御デバイスがプラント10またはその一部に設けることもできる。本明細書で記述されているシステムは図1に特に示される装置に制限するものではない。さらに、その他任意の種類のプロセス制御装置またはデバイスを設けても良い。

【0018】

従来、多種のプロセス制御システム12、14およびパワー生成システムおよび保守システム22、26は、各システムによって生成される、あるいは収集されたデータを有益な方法で共有することができるように、互いに相互接続されてはいなかった。その結果、異なる機能、例えばプロセス制御機能、パワー生成機能、および回転装置機能は、該特定の機能により影響を与えられ得る装置かまたは前記特定の機能に影響を与え得るプラント内の残りの装置は完全に動作しているという想定に基づいてそれぞれ動作していたが、勿論、そのような場合はほとんどない。しかしながら、機能が非常に異なり、これらの機

能を監視するのに利用される装置および作業員が異なるので、プラント10内の異なる機能システム間に意味のあるデータ共有は少しもまたは全くなかった。

【0019】

この問題を解決するために、データ収集および分配システムが提供されており、異なるデータソースからのデータを取得し、このデータを共通データフォーマットまたは構造にフォーマットし、必要に応じて、例えばコンピュータシステム30で実行されるか、またはプロセス制御ネットワークの全体に亘るワークステーション間に分配されている一組のアプリケーションのどれかに提供する。その一組のアプリケーションは、以前は異なるおよび別個のシステムからのデータの利用を統合または一体化させ、全プラント10のより良い測定、監視、制御、および理解を供与するために提供されている。図1に示されているように、コンピュータシステム30は、プラント10内の多種の機能システムに関連するコンピュータまたはインターフェイスに通信可能に接続されており、プロセス制御機能12、14、コンピュータ18、14A、22、26内に実装されているような保守機能、およびプロセス性能監視を実行するようなビジネス機能を有している。特に、コンピュータシステム30は、従来のプロセス制御システム12とその制御システムに関連する保守インターフェイス18とに通信可能に接続されており、分散型プロセス制御システム14のプロセス制御インターフェイスおよび／または保守インターフェイス14Aに接続されており、回転装置保守コンピュータ22とパワー生成および分配コンピュータ26とに接続されており、全てバス32を介している。バス32は、任意の所望または適切なローカルエリアネットワーク（LAN）プロトコルまたはワイドエリアネットワーク（WAN）プロトコルを利用して通信を提供しても良い。勿論、コンピュータシステム30は、プラント10のこれらの異なる部分に他の通信リンクを介して接続することができ、それらのリンクには、固定リンクもしくは断続的なリンク、ハードワイヤードリンクもしくはオーバザエアリンク、または任意の物理的媒体、例えば有線媒体、無線媒体、同軸ケーブル媒体、電話モデム媒体、光ファイバー媒体、光学媒体、流星バースト媒体、および衛星媒体の一つが含まれ、Fieldbus通信プロトコル、IEEE 802.3通信プロトコル、blue tooth通信プロトコル、X.25通信プロトコル、またはX.400通信プロトコル等を利用する。

【0020】

図1に図示されるように、コンピュータ30は、また、同じかまたは異なるネットワークバス32を介して、ビジネスシステムコンピュータおよび保守計画コンピュータ35、36に接続されても良く、例えば統合業務計画システム（ERP）、物的資材計画システム（MRP）、性能モデルのためのプロセスモデル、経理、生産、および顧客注文システム、保守計画システム、または他の所望の任意のビジネスアプリケーション、例えば部品、供給品、および原料注文アプリケーション、ならびに生産計画アプリケーション等を実行しても良い。コンピュータ30は、また、例えばバス32を介して、プラントワイドLAN 37とコーポレートWAN 38との他に、遠隔からプラント10の遠隔監視またはそれとの通信を可能にするコンピュータシステム40とも接続されても良い。

【0021】

上述したデータ収集および分配システムは、また、コンピュータ30内に提供されても良く、そうでなければプロセスネットワーク10の全体に亘る複数の領域に分散されても構わなく、任意のデータソース、例えば制御装置12、14、監視システム22、26、および財務システム35、36等からのデータを取得すると共に処理をする。データ収集および分配システムがコンピュータ30内に位置する場合には、それは異なるデータソース、例えば制御装置、装置監視アプリケーション、および財務アプリケーションから別々に、異なるデータフォーマットを用いるかまたは共通フォーマットを用いたデータを受信し得る。一つの実施例において、バス32上での通信はXMLプロトコルを利用して発生する。ここでは、コンピュータ12A、18、14A、22、26、35、36のそれぞれからのデータはXMLラッパー内にラッピングされ、XMLデータサーバに送信されるが、そのサーバは例えばコンピュータ30内に配置されても良い。XM

Lは記述言語なので、サーバはどのような種類のデータでさえも処理することができる。サーバでは、もし必要ならば、データはカプセルにラッピングされ、新しいXMLラッパーにマッピングされる。即ち、このデータは一つのXMLスキームから一または複数の他のXMLスキームにマッピングされ、それらは受信されたアプリケーションのそれぞれに作成される。この通信を提供する一つの方法は、2001年7月10日に出願された、「プロセス制御システムの処理データ通信」という表題の、同時係属中の米国特許出願連続番号第09/902,201号に記述されており、それは本出願の譲受人に譲渡されており、本文で引用することにより明白に援用する。このシステムで、各データオリジネータはそのデバイスまたはアプリケーションにとって理解できるかまたは便利なスキームを利用してそのデータをラッピングすることができ、受信側アプリケーションのそれぞれは、そのデータを受信側アプリケーションのために利用されるかまたはそれにより理解される異なるスキームで受信することができる。サーバはそのデータのソースおよび送信先に依存して、一つのスキームをもう一つのスキームにマッピングするように構成されている。もし所望ならば、サーバは、また、データの受信に基づいてあるデータ処理機能または他の機能を実行しても良い。マッピングルールおよび処理ルールが、本文で記述された一組のデータ統合アプリケーションの動作の前に、定められサーバ内に格納される。この方法で、データは任意の一つのアプリケーションから一または複数の他のアプリケーションに送信されても良い。

【0022】

もう一つの実施例においては、データ収集および分配アプリケーションはネットワーク10の全体に亘って分散されても良く、データ収集は分散された領域において達成されても構わない。また、収集されたデータは、分配された領域において共通フォーマットに変換されて後の分配のために一または複数の中央データベースに送信されても良い。従って、一般的に言えば、一または複数のデータ収集ルーチンが提供され、異なるデータソースからのデータを収集し、このデータを共通フォーマットまたは便利なフォーマットで、このデータを利用し得る一組のアプリケーション、例えばコンピュータ30内のアプリケーションに提供する。データ収集および分配アプリケーションは本文においてデータ収集および分配システムとして参照され、一方、収集されたデータを利用する（このデータを統合する）アプリケーションは本文において総称的に資産活用スイート50として参照される。

【0023】

資産活用スイート50内のアプリケーションは、その収集されたデータならびにプロセス制御システム12, 14、保守システム18, 22, 26、および、ビジネスおよびプロセスモデルシステム35, 36により生成する他の情報の他にこれらのシステムのそれぞれのなかで実行されるデータ解析ツールにより生成される情報もまた利用する。一般的に言えば、資産活用スイート50は、例えば米国特許出願連続番号第09/256,585号または第09/499,455号に開示されているような一または複数のユーザ表示アプリケーション、ならびに一または複数の診断エキスパートまたは例えばNEXUSにより現在提供されているOZエキスパートシステムに基づく他の種類のエキスパートシステムアプリケーションを有しても良い。しかしながら、資産活用スイート50は所望の他の任意の種類のエキスパートシステムを利用しても良く、例えば任意の種類のデータ採掘システムが含まれる。資産活用スイート50は、また、多種の機能システムからのデータを他の任意の目的のために統括する他のアプリケーションも有して良く、例えばユーザ情報目的用、診断目的用、およびプロセスプラント内での活動、例えばプロセス制御活動、装置取り替え活動、または修理活動用が含まれ、財務要因およびプロセス性能要因等に基づいて、生産される製品の種類または量を変更する。従って、データ収集および分配システムは、ある意味において、プロセスプラント10内のデータおよび情報交換所として動作し、一つの機能領域、例えば保守領域から他の機能領域、例えばプロセス制御領域またはビジネス機能領域へのデータまたは情報の分配を調整している。結果として、資産活用スイート50は、プラント10内の異なる機能に関連する一または複数のコンピュー

タシステムに分配され得る新しい情報またはデータを生成するために収集されたデータを利用しても良く、収集されたデータを利用してプラント10内で利用される新しい種類のデータを生成する他のアプリケーションを実行するかまたはその実行を監視しても構わない。

【0024】

ある場合には、資産活用スイート50は複数のアプリケーションを提供しても良く、それらはプロセス制御機能からのデータ、装置監視機能からのデータ、および、もし所望ならばプロセス制御ネットワーク内で実行されるプロセス性能監視機能からのデータを利用する。これらのアプリケーションは、二つ以上のプロセス制御データ、プロセス性能モデルデータ、または装置監視データを利用するプラントについての情報もしくは属性の表示のためにコーディネートされたユーザ表示を提供しても良い。

資産活用スイート50に関連するアプリケーションは、また、二つ以上のプロセス制御監視アプリケーション、プロセス性能監視アプリケーション、および装置監視アプリケーションからのデータを基にして、プロセス制御プラント10内の状態または問題を診断しても良い。さらにまた、資産活用スイート50に関連するアプリケーションは、診断されるかまたは検出された問題に応答して、プロセスプラント10内で行動を起こしても良く、またはユーザに起こすべき行動をリコメンデーションしても構わず、そのユーザとは任意の例えばプロセス制御オペレータ、保守要員、またはプラント10の首脳部のプラント10の全体的な操業に責任を有するビジネスパーソンであっても良い。

【0025】

さらに詳細には、一つに実施例においては、資産活用スイート50は指標生成ソフトウェア51を有するかまたは実行しても良く、それはデバイスに関連する指標、例えばプロセス制御および装置デバイス、パワー生成デバイス、回転装置、ユニット、および領域等か、またはプロセス10内のプロセス制御構成要素、例えばループ等に関連する指標かを収集または作成する。これらの指標は、それから、プロセス制御アプリケーションに提供されてプロセス制御を最適化することが可能であり、ビジネスソフトウェアもしくはビジネスアプリケーションに提供されてビジネスパーソンにプラント10の操業に関連するより完全なもしくは理解可能な情報を提供することが可能である。資産活用スイート50は、また、保守データ（例えば、デバイス状況情報）およびビジネスデータ（例えば、スケジュールされた順番および時間枠等）を例えばプロセス制御システム14に関連する制御エキスパート52に提供して、オペレータが制御を最適化するような制御活動を実行するのを助けることが可能である。制御エキスパート52は例えばユーザインターフェイス14A内、制御システム14に関連する他の任意のコンピュータ内、または所望ならばコンピュータ30内に配置しても良い。

【0026】

もし所望ならば、制御エキスパート52は、例えば、上述の米国特許出願連続番号第09/256, 585号および第09/499, 445号に記載されている制御エキスパートであっても良い。しかしながら、これらの制御エキスパートは、加えて、プロセス制御プラント10内のデバイスまたは他のハードウェアの状況に関連するデータ、またはこれらの制御エキスパートが実行する意思決定の際にプロセス性能モデルを利用して生成される性能データの状況に関連するデータを統合して利用しても良い。特に、過去においては、ソフトウェア制御エキスパートは、一般的に、制御変数およびある制限されたデバイス状況データだけを利用して意思決定またはプロセスオペレータへのリコメンデーションをしていた。資産活用スイート50により提供されるかまたは収集される通信、特に、コンピュータシステム18, 14A, 22, 26およびそれらの上に実現されるデータ解析ツールにより提供されるようなデバイス状況情報に関連する通信を利用して、資産活用スイート50は、デバイス状況情報、例えば調子情報、性能情報、利用情報、および可変性情報を受信し、プロセス変数情報と共に意思決定に組み込む。

【0027】

加えて、資産活用スイート50は、プラント10内のデバイスの状況および制御活動の動

作に属する情報をビジネスシステム35に提供することが可能であり、そこでは、例えば作業指令生成アプリケーションもしくはプログラム54は、自動的に、作業指令を生成してプラント10内の検出された問題に基づいて部品を注文することが可能であるか、またはそこでは、実行されようとする作業に基づいて補充品を注文することが可能である。同様に、資産活用エキスパート50により検出された制御システム内の変化は、ビジネスシステム35、36にアプリケーションを実行させ、例えばプログラム54を用いてスケジュールおよび補充品の注文を行なっても良い。同じ方法で、顧客注文等の変更はビジネスシステム35、36に入力することが可能であり、このデータは資産活用スイート50に送信し、そして制御ルーチンまたは制御エキスパート52に送信してその制御を変更し、例えば新しく注文された製品の生産をはじめるか、またはビジネスシステム35、36内に作成された変更を実現する。

【0028】

加えて、資産活用スイート50は例えばプラント10内のオペティマイザ55により利用される一または複数のプロセスモデルに情報を送信することが可能である。例えば、プロセスモデル56および制御オペティマイザ55はコンピュータ14A内に配置することができ、一または複数の制御最適化ルーチン55A、55B等を実行することが可能である。加えて、またはあるいは、プロセスモデル56およびオペティマイザルーチン55はコンピュータ30もしくは他の任意のコンピュータ内に格納することができると共にそれにより実行でき、必要なデータは資産活用エキスパート50により送信することが可能である。モデル56の結果は資産活用エキスパート50か、または制御エキスパートもしくは他のエキスパート、例えば制御エキスパート52に入力してモデル機能を実行することが可能であり、その目的は本文においてさらに詳しく記述される。しかしながら、一般的に言えば、モデル56はプロセスユニットもしくは領域性能を判断するのに用いることができ、それは、オペティマイザルーチン55に入力するか、ユーザに表示するか、または他の目的に利用することが可能である。モデル56は英国ティーサイドに位置するMDC Technologyにより作成され販売されているようなモデルであっても良く、または他の任意の種類のものであっても構わない。勿論、プラント10内に提供されると共に資産活用エキスパート50からのデータを利用することが可能な複数の他のアプリケーションがあり、本文で記述されるシステムは本文で特に言及されたアプリケーションに限定されるものではない。しかしながら、全体として、資産活用スイート50は、データの共有およびプラント10の全ての機能領域間の資産の調整を可能にすることにより、プラント10内の全ての資産の利用を最適化することを助けている。

【0029】

また、一般的にいえば、一または複数のユーザインターフェイスルーチン58をプラント10内の一または複数のコンピュータに格納し、そしてそれにより実行することが可能である。例えば、コンピュータ30、ユーザインターフェイス14A、ビジネスシステムコンピュータ35、または他の任意のコンピュータはユーザインターフェイスルーチン58を実行しても良い。各ユーザインターフェイスルーチン58は、資産活用スイート50からの情報を受信またはそれを購読でき、情報を資産活用スイート50に提供し、同じまたは異なる組のデータは各ユーザインターフェイスルーチン58に送信されても良い。ユーザインターフェイスルーチン58の任意の一つはもし所望ならば異なるユーザに異なるスクリーンを利用して異なる種類の情報を提供することができる。例えば、ユーザインターフェイスルーチン58の一つは、制御オペレータまたはビジネスパーソンに一つのスクリーンまたは一組のスクリーンを提供して、その人が制限を設定するか、または標準制御ルーチンもしくは制御最適化ルーチンで利用できる最適化変数を選択することを可能にしても良い。ユーザインターフェイスルーチン58は制御ガイダンスツールを提供して、ユーザがある調整された方法により、指標生成ソフトウェア51またはプロセス性能モデル56により作成されるプロセス性能および指標を見ることを可能にしている。このオペレータガイダンスツールは、また、オペレータもしくは他の任意の人間がデバイス、制御ループ、およびユニットの状況についての情報を取得すること、およびこれらの資産の問題に

関連する情報を簡単に見ることを可能にしても良い。というのは、その情報はプロセスプラント10内の他のソフトウェアにより検出されているからである。ユーザインターフェイスルーチン58は、また、ツール23、27、保守プログラム、例えばAMSアプリケーション、または他の任意の保守プログラムにより提供されるかまたは生成される、あるいは資産活用スイート50に関連するモデルにより生成される、性能監視データを利用して性能監視スクリーンを提供しても良い。勿論、ユーザインターフェイスルーチン58は任意のユーザアクセスをプラント10の任意の機能領域もしくは全ての機能領域に提供しても良く、そのユーザがその中で利用している優先権もしくは他の変数を変更することを可能にしても構わない。

【0030】

図2を参照すると、簡易化された機能ブロックダイアグラム100が、本文で記述されるデータ収集および分配システム102に関連しているか、またはそれにより、異なるデータソースからのデータを資産活用スイート50が利用できるようにするのに用いられるデータフローおよび通信を図示している。特に、ダイアグラム100はデータ収集および分配システム102を有しており、複数のデータソースからのデータを受信する。例えば、プロセス制御データソース104（それには従来のプロセス制御活動およびアプリケーション、例えばプロセス制御および監視アプリケーション、プロセス制御診断アプリケーション、およびプロセス制御アラームアプリケーション等が含まれても良い）はデータ収集および分配システム102にデータを提供する。ブロック104はプロセス制御環境内の従来のプロセス制御装置もしくはスタンドアロンプロセス制御装置、DCS、Delta Vシステム、およびPLCにより取得または生成されるデータを送信しても良い。装置調子データソースまたはプロセス調子データソース106（それには従来の装置監視アプリケーション、装置診断アプリケーション、装置アラームアプリケーション、異常状況解析アプリケーション、および環境監視アプリケーション等が含まれる）は、また、データ収集および分配システム102にデータを送信する。結果として、ソース106は、任意の種類の、例えばCSI、フィッシャーローズマウントシステムズ社により販売されているAMSアプリケーション、およびNexisアプリケーション等により提供される、従来の装置監視および診断アプリケーションまたはソースにより取得されるかまたは生成されるデータを送信しても良い。

【0031】

性能監視データソース108（それには、性能監視アプリケーション、例えば最適化アプリケーション、プロセス動作を監視またはモデル化するのに利用されるプロセスモデル、およびプロセス調子もしくは装置調子等が含まれる）は、また、システム102にデータを提供する。データソース108は、各種の性能監視装置またはアプリケーションにより取得されたデータまたは生成されたデータを格納したりまたは提供したりすることができる。さらに、財務計画または生産計画データソース110（それにはプロセス制御システム内の財務または費用タイプの解析機能、例えば利益を最大化するのにどのようにプラントを運営するかを決断、環境粉塵を回避するのにどのようにプラントを運営するかを決断、およびどのような製品をどのくらい生産するかを決断等の解析機能を実行するアプリケーションが含まれる）はシステム102に接続される。財務計画アプリケーションとプロセス制御アプリケーションとの両方は、同じプロセスモデルまたは異なるプロセスモデルにより提供される情報を利用して良い。

【0032】

フィールドデバイス112、例えばスマートフィールドデバイスはデータ収集および分配システム102にさらなるデータを提供しても良い。勿論、フィールドデバイス112により提供されるデータはこれらのフィールドデバイスにより測定されるかまたは生成される任意のデータであっても良く、アラーム、アラート、測定データ、および校正データ等が含まれる。同様に、腐食監視データソース114は腐食監視サービスまたはアプリケーションにより収集されるかまたは生成されるデータを収集システムに提供しても良い。同様に、アラームデータソース116は進歩したアラームアプリケーションまたはサービス

により収集されるかまたは生成されるデータをシステム102に提供しても良い。アラームデータソース116はサンプルを測定もしくは採取し、実験解析を実行し、そしてこれらの解析に基づいて警告もしくは他の情報を生成するアプリケーションもしくはサービスを有しても良い。

【0033】

他のデータが、図2に図示されるデータソースに加えてまたはその代わりに、他の任意のデータソースから提供されても良いということは注意すべきことである。さらに、図2のデータソースにより提供されるデータは生測定データであることが可能であり、測定されたデータに基づく解析または他のルーチンにより生成されたデータか、またはその二つの組み合わせにより生成されたデータであることが可能である。さらにまた、図2の任意のデータソースまたは全てのデータソースから提供されるデータは、任意の形式で測定、生成、または通信することができ、このデータを測定または生成し得る異なる組織またはアプリケーションにより利用されるメカ独自の形式が含まれる。従って、例えば、異なるフィールドデバイス112は異なる形式でデータを収集すると共に生成し、それからこの情報をデータ収集および分配システム102に送信してもよい。同様に、財務計画データソース110、腐食データソース114、およびアラームデータソース116等は、任意の標準形式もしくはメカ独自の形式で、測定もしくは生成されたデータを提供しても良く、任意のメカ独自のアプリケーションもしくはオープンコードアプリケーションを利用してデータを測定もしくは生成しても良い。従って、一般的に言えば、データ、結果、結論、およびリコメンデーション等を測定もしくは生成するのにプロセス制御環境内で今日利用される（または将来利用するために開発される）どのようなアプリケーションもしくはデバイスであっても、データ収集および分配システム102に対してデータソースとして働いても良く、これらのデータソースがその性質上部分的にもしくは完全に所有権の問題を有しているとしても同様である。

【0034】

データ収集および分配システム102は、異なるデータソースから共通形式でデータを収集するか、そうでなければ、一旦受信したときそのデータを格納し、後のプロセス制御システム内の他の素子、デバイス、またはアプリケーションに利用するための共通形式に変更する。一つの実施例においては、異なるデータソースはデータ変換プロトコル、例えばOPC、PI、およびFieldbus等を利用してデータをデータ収集および分配システム102に通信しても良い。勿論、OPCまたは他の変更インターフェイスはデータ収集および分配システム102またはそのデータソース自体に格納されても良い。さらに、もし所望ならば、任意のデータソースはそのデータをデータ収集および分配システム102によって利用される共通形式に変更してその変更されたデータをシステム102に通信しても良い。勿論、データ収集および分配システム102は異なるデータソースにより送信されたデータを任意の共通形式またはプロトコルに変換して、そのデータを所望の任意の方法でデータベース内に格納および整理しても良い。データ収集および分配システム102は、データを異なるデータソースから、周期的もしくは非周期的に、連続的もしくは断続的に、同期もしくは非同期で、または所望の任意の時間に受信しても良い。

【0035】

一旦受信して変更した場合、データはデータベース内にあるアクセス可能の方法で格納し、資産管理スイート50内のアプリケーションまたはユーザが利用できるようにする。例えば、プロセス制御、アラーム、デバイス保守、故障診断、予知保守、財務計画、および最適化等に関連するアプリケーションは、一または複数の異なるデータソースからのデータを利用し、組み合わせ、そして統合することにより、これらのアプリケーションが、大幅に異なるデータソースまたは前にはアクセス不能であったデータソースからのデータなしに、過去において動作できていたときよりもより良く動作するようにしても良い。資産管理スイート50の一部のように図2に図示されているアプリケーションは図1に記述されているどのアプリケーションであっても良いか、または所望ならば、他の種類のどのようなアプリケーションであっても良い。勿論、図2に図示されている収集されたデータを

利用するデータソースとアプリケーションとは一例であり、多少異なるデータソースおよびアプリケーションを利用しても良い。同様に、データソースそれ自体データ収集および分配システム102により収集されたデータを受信するように設定されても良い。この方法で、メーカー独自のアプリケーションを有し得る異なるベンダまたはサービスプロバイダは、収集していなかったかまたは以前はデータ収集および分配システム102から取得することができなかったあるデータを収集しても良く、これらのサービスプロバイダにより提供される製品もしくはサービスを向上し得る。一つの実施例においては、従来のプロセス制御サービスプロバイダは、過去においては、通常メーカー独自のアプリケーションを利用して、プロセス制御ネットワークから離れ、データを収集および生成してきたが、今日では、収集されたまたは生成されたデータをデータ収集および分配システム102に提供し、そのシステムがそのデータを他のアプリケーションが利用できるようにすることが期待されている。これらの他のアプリケーションはプロセス制御環境に通信可能に接続されているコンピュータ内で実行されるアプリケーション、例えばホストデバイス、ユーザインターフェイス、および制御装置等内のアプリケーションであっても良い。加えて、これらの他のアプリケーションは従来のサービス組織により提供されるかまたは利用されるアプリケーションであっても良い。この方法で、プロセスシステムオーナーにより所有されるアプリケーションかまたはサービスプロバイダにより所有され管理されるアプリケーションによるものであっても、任意のアプリケーションを、任意の方法で任意のデータプロセス制御システム内で生成された任意のデータを利用するように設計することが今日可能である。結果として、アプリケーションが改善され得る非常に多くの実例がある。というのは、それらが以前は利用できなかったデータを利用できるからである。例えば、腐食解析サービスプロバイダメーカー独自のプロセス制御システムまたはメーカー独自の装置監視アプリケーションにより収集されたデータを利用して腐食解析の信頼性または予測可能性を向上させても良い。以前は、非常に異なる種類のサービスプロバイダおよびアプリケーションからのデータのそのような他家受粉は利用できなかった。

【0036】

図3を参照すると、プロセス制御プラント10内のデータフローを図示するさらに詳細なデータフローダイアグラム200が提供されている。ダイアグラム200の左側の最初に、プロセスプラント10に関連するデータがプラント10内の異なる機能領域またはデータソースによりまたはそれらの領域に集められている。特に、プロセス制御データ201は、例えば典型的なプロセス制御デバイス、例えばフィールドデバイス、入力/出力デバイス、携帯式トランスミッタもしくは遠隔トランスミッタ、または例えばプロセス制御装置に通信可能に接続され得る他の任意のデバイスにより集められている。同様に、従来の装置監視活動に関連する装置監視データ202は、例えばセンサ、デバイス、トランスミッタ、またはプラント10内の他の任意のデバイスにより集められている。プロセス性能データ203はプラント10内の同じもしくは他のデバイスにより集められても良い。もし所望ならば、財務データは性能監視データの一部としてプロセス制御プラント内のコンピュータ内で実行される他のアプリケーションにより集められても良い。幾つかの場合には、収集されたデータは、従来のプロセス制御ネットワーク外のアプリケーションまたはソース、例えばサービス組織またはベンダにより所有されると共に運用されるアプリケーションからのデータであっても良い。勿論、収集されたデータは、回転装置の角位置・速度・加速度データ（その他にこのデータを変更して提供されるパワースペクトロ密度および周波数振幅等）、装置応力データ、歪みデータ、壁厚データ、腐食程度・腐食進行速度データ、プロセス液体腐食データ、潤滑・磨耗データ、ベアリング・シールデータ、漏れ存在割合・流出液体・流出気体データ（揮発性有機および無機物質についてのデータを含むがそれらに限定されない）、ベアリング温度データ、音響変換機データ、およびプロセスの物理的および組成測定データ等のどれであっても良いがそれらに限定されるものではない。このデータは任意の方法、例えば自動または手動の方法で収集されても良い。従って、データ収集装置には、携帯式収集デバイス、実験室における化学的および物理的な測定、固定または一時的なオンラインデバイス、遠隔プロセスおよび装置測定デバイス、

オンラインデバイス入力、または、遠隔マルチプレクサおよび／もしくはコンセントレータからのデータを周期的に（例えば、RF）遠隔送受信するデバイス、または他の任意の収集デバイスが含まれる。

【0037】

プロセス制御データ、装置監視データ、およびプロセス性能データは、データ収集および調整アプリケーション204（これは図2のデータ収集および分配システム102の一部であっても良い）により調整され、確認され、有効にされ、および／または形式化されても良く、そのアプリケーション204は、データ収集デバイス内、または他の任意のデバイス、例えば中央データヒストリアン、プロセス制御装置、および装置監視アプリケーション等、そうでなければこのデータを受信して処理する他の任意のデバイス内で実行される。勿論、収集されたデータは公知または所望の任意の方法で調整または操作しても良い。例えば、このデータは共通の形式もしくはスケールにしても良く、異なるもしくは標準（共通）ユニットに変更しても構わなく、異常値、間違った、もしくは正しくないデータがあるか走査しても良く、公知のもしくは所望の任意の方法で確認もしくは有効にする等を行なっても構わない。データ調整を実行する複数の公知の方法または技術があり、データの調整方法、操作方法、確認方法、または収集方法が利用されても良い。さらにまた、異なる種類のデータが共通のコレクタまたはコレクタルーチンにより収集されてもよく、たとえこのデータが異なる形式およびプロトコル等であるとしても同じである。

【0038】

公知のもしくは所望の任意の方法で調整された後、またはある場合には全く調整されないで、収集されたデータは、通常プロセス制御システム10の異なる機能領域と関連する一または複数のアプリケーションに提供されても良い。例えば、公知のように、プロセス制御機能ブロック206の一部として図3に図示されている異なるプロセス制御装置もしくは制御アプリケーション208は複数の理由もしくは目的で収集されたプロセス制御データを利用しても良い。これらのプロセス制御アプリケーションは、例えば、従来のDCSシステム、PLCシステム、およびSCADAシステム、コンピュータ制御システム、ハイブリッドシステム、ならびに現在知られているかまたは将来開発される任意の種類のデジタル制御システムを有しても良い。従って、プロセス制御アプリケーション208は、公知のまたは所望の任意のプロセス制御ソフトウェアまたは技術を利用して、プロセス制御データ201を用いて現在進行中のプロセス制御機能を監視すると共に制御している。そのようなアプリケーションは任意の種類のプロセス制御を実行しても良く、例えばPID、ファジー論理、予測モデル、およびニューラルネットワーク等のプロセス制御活動が含まれる。プロセス制御アプリケーション208は、アラームデータまたはアラームメッセージを作成するか、生成するか、またはプロセスオペレータに渡すかしても良く、問題もしくは心配を検出するか、または監督官庁、例えば環境保護局（EPA）の規約、食品衣料品局（FDA）の規約に関連する監査を実行しても構わなく、ここでリストするには多すぎる他の公知のプロセス制御機能を実行しても良い。さらにまた、一または複数の診断アプリケーション210は収集されたプロセス制御データ201を利用してプロセス制御診断を実行しても良い。そのような診断アプリケーションには、例えばオペレータがプロセス制御ループ内、装置内、およびアクチュエータ内等の問題を特定するのを支援するアプリケーションが含まれ、例えばそれは、1999年2月22日に出願された、「プロセス制御システム内の診断」という表題の米国特許出願連続番号第09/256,585号に開示されているアプリケーションであり、本出願の譲受人に譲渡されており、本文で引用することにより明白に援用する。診断アプリケーション210には、また、エキスパート診断エンジンが含まれ、例えばそれは、2000年2月7日に提出された、「プロセス制御システム内の診断エキスパート」という表題の米国特許出願連続番号第09/499,445号に開示されているアプリケーションであり、それは本出願の譲受人に譲渡されており、本文で引用することにより明白に援用する。勿論、プロセス診断アプリケーション210は他の通常もしくは標準のどのようなプロセス診断アプリケーションの形式を取ることも可能であるが、これらは特に本文で言及されるものに限定されない。さらにま

た、これらの診断アプリケーション210の出力は任意の形式を取ることができ、例えばプロセス制御システム内の故障状態もしくは不完全に動作しているループ、機能ブロック、領域、およびユニット等を指摘しても良く、そして、ループは何处を調節する必要があるかを指摘しても構わない。

【0039】

図3にも指摘されているように、プロセス制御ヒストリアン212は、以前に収集されたプロセス制御データ201、プロセス制御監視アプリケーション208もしくはプロセス制御診断アプリケーション210の出力、または所望の他の任意のプロセスデータを格納するために利用しても良い。勿論、プロセス制御監視アプリケーション208およびプロセス制御診断アプリケーション210はプロセス制御ヒストリアン212内に格納されたデータを公知のまたは所望の任意の方法で利用しても良い。さらにまた、アプリケーション208、210は、プロセス10内の全てのまたは一部のプロセスユニットまたは領域をモデル化するのに作成され得るプロセスモデル214（それは図1のモデル56の一部および性能監視機能領域の一部であっても良い）を利用しても良い。

【0040】

さらにまた、装置監視機能ブロック220は装置状態データ202、またはそのデータが調整されている場合には、調整されたバージョンのデータを受信する。装置監視機能ブロック220は装置または状態監視アプリケーション222を有しており、例えば多種の装置の問題を指摘するアラームを受け取るかまたは生成しても良く、プラント10内の不完全に動作しているかまたは故障のある装置を検出しても構わず、または保守要員が興味を有し得る他の装置問題もしくは状態を検出しても良い。装置監視アプリケーションは周知のものであり、通常プラント内の異なる特定の種類の装置に適応されたユーティリティを有している。そういう次第なので、これらのアプリケーションの詳細な説明は必要としない。同様に、装置診断アプリケーション224をその装置に属する測定された生データを基にして装置の問題を検出および診断するために実装することもできる。そのような装置診断アプリケーション224には例えば振動センサアプリケーション、回転装置アプリケーション、およびパワー測定アプリケーション等が含まれる。勿論、複数の異なる種類の公知の装置状態監視および診断アプリケーションがあり、プロセス制御プラントに関連する異なる装置の状態もしくは動作状態に関連する多種の異なる種類のデータを生成することが可能である。さらにまた、ヒストリアン226は装置監視デバイスによって検出される生データを格納しても良く、装置状態監視および診断アプリケーション222、224により生成されるデータを格納しても構わず、必要に応じてそれらのアプリケーションにデータを提供しても良い。同様に、装置モデル228（それは図1のモデル56の一部、従って性能監視機能領域の一部であっても良い）は所望の任意の方法で装置状態監視および診断アプリケーション222、224により提供されると共に利用されても良い。そのようなモデルの作成および利用はその分野においては公知のことであり、本文においてさらに記述する必要はない。

【0041】

同様に、図3に図示されているプロセス性能監視機能ブロック230はプロセス性能データ203を受信するが、そのデータはデータコレクタ204により調整および形式化されても良くまたはされなくとも構わない。プロセス性能監視機能ブロック230はプロセス性能監視アプリケーション231を有しており、例えばプロセス制御モデル214、プロセス装置モデル228、または性能モデル232を利用して公知のもしくは所望の任意の方法でプロセス性能監視を実行しても良い。もう一組のアプリケーション233は、プロセスの全体としての利用をより上手に実行するために、またはより効果的に動作するかもしくはより多くの利益をあげるプロセスをつくるために、プロセス装置設定をどのように変更すればよいかを、プロセス性能監視の出力を利用してユーザにリコメンデーションしても良いし、またはユーザに助言しても良い。プロセス性能監視ヒストリアン234はプロセス性能監視デバイスにより検出された生データを格納しても良く、プロセス性能監視アプリケーション231およびリコメンデーションアプリケーションにより生成されたデータを格

納しても構わなく、必要ならばこのデータを他のアプリケーションに提供しても良い。プロセスモデルおよびプロセス性能監視アプリケーションの作成および利用は公知のことであり、本文においてさらに記述しない。

【0042】

図3に図示されているように、財務データは、財務制約データおよびプロセス動作制約データの形式であり、例えばどのような製品を生産しなくてはならないのか、生産された製品の品質、期限、費用および供給制約、および生産されもしくは販売される製品の価格設定データおよび評価額データ等が含まれており、機能ブロック239において収集されても良い。一般的に言えば、必要ではないが、機能ブロック239は、一または複数のデータ入力アプリケーションを実行するコンピュータを有し、プロセス性能データをモデル214、228、232から収集し、財務に関連するデータをプロセス10に関係している人、例えばマネジャーからかまたは他のソースから収集する。これらの財務アプリケーションはまたこのデータも生成しても良い。しかしながら、この財務データは、ここでリストされたものの代わりにかまたはそれに加えて、複数の他のソースに属するデータを使用しても良い。

【0043】

図3に関して上述したようにデータの収集および処理は、現在プロセス制御プラントにおいて実行されているが、一般的に言えば、収集されたデータ、即ちプロセス制御データ、プロセス監視データ、および装置監視データは、異なる人たちに提供されており、異なる形式で収集されると共に利用され、異なる目的のために完全に異なるアプリケーションにより利用されている。従って、上述したように、このデータの一部は、メーカ独自のアプリケーションでありプロセス制御システムの残りとは互換性のないアプリケーションを利用するサービス組織により測定されるかまたは生成されても良い。同様に、通常プロセス制御環境で利用される財務アプリケーションにより収集または生成されるデータはプロセス制御アプリケーションまたはアラームアプリケーションにより認識可能または使用可能な形式またはプロトコルでなくても良い。結果として、保守要員および、そのような人が利用する環境監視および診断アプリケーションは、通常、プロセス制御アプリケーション、プロセスモデル、または財務アプリケーションのどれかが収集もしくは生成するデータを使用できなかった（利用するように構成されていなかった）。同様に、プロセス制御オペレータおよび、その人により利用されるプロセス制御監視および診断アプリケーションは、一般的に、装置監視アプリケーションおよび性能モデルまたは財務アプリケーションにより収集または生成されるデータを使用できなかった（利用するように構成されていなかった）。同様に、ビジネスパーソンはプロセス制御アプリケーションまたは装置監視アプリケーションのどちらかに収集または生成されるデータを使用できない場合があり、事実、全く異なる組のデータに基づいて、プラント10の運用およびその運用についての決定をする場合がある。同様に、機能ブロック206、220、230、239内で測定または生成されるデータの多くは、メーカ独自のアプリケーションを利用して、一般的に、データの多くの部分を他のユーザが利用できるようにしないサービス組織によりそのようにされている。

【0044】

多種の外部ソースからのデータを制限された環境で利用しなければならないかまたは全く利用できないという制限を打開するために、データ収集および分配システム102が提供され、データを収集し、必要ならばそのデータを共有形式またはプロトコルに変換し、図3に示されている資材活用スイート50内のアプリケーションが手に入れ利用できるようにしている。この方法で、資材活用スイート50内のアプリケーションは、異なる機能領域またはデータソース、例えばプロセス制御機能領域206、装置監視機能領域220、および性能監視機能領域230からの異なる種類のデータを受信し、複数の方法の中の任意の方法でプラント10の運用に直接役に立つようにこのデータを統合する。資材活用スイート50の目的は、プラント10をより良く理解し、プラント10の全体としての状態の把握を可能にし、およびそのプラント内の全てのデータに基づいて、プラント10また

はプラント10の資材の管理または利用に関して、より正しい決定を可能にすることであり、全体的に見れば、プラント10をより最適化状態で稼働させることである。異なる種類の機能データを統合すると、作業員の安全性の改善、プロセスおよび装置の使用可能時間向上、破局的なプロセスおよび装置故障の回避、稼働率の向上（稼働可能時間）およびプラントの生産性、可用性の向上ならびにより速くそしてより設計限界および製造業者保証限界に近く安全にならびにしっかりと稼働する稼働性能の向上に起因する製品の処理能力の向上、環境限界でプロセスを稼働させる稼働性能に起因する処理能力の向上、ならびにプロセスおよび製品のばらつきに関連する装置の削除または最小化に起因する品質の向上を提供し得る。反対に、過去においては、異なる機能領域、例えばプロセス監視、装置監視、および性能監視は独立して実行され、それぞれがその関連する機能領域を最適化しようと試み、実行される行動が残りの他の機能領域に与える影響には注意を払わないでいた。結果として、例えば、低い優先順位の装置故障は、所望のまたは重要なプロセス制御性能達成する場合に大きな問題を引き起こしたかもしれないのに、直されなかった。というのは、それは装置保守という観点では非常に重要とは考えられなかったからである。データ収集および分配システム102が資産活用スイート50にデータを提供する場合、装置監視データ、プロセス性能データ、およびプロセス制御データの二つ以上に基づき、プラント10のビューにアクセスすることが可能である。同様に、プラント10のために実行される診断はプロセス動作および装置動作に関連するデータを考慮に入れ、より良い全体としての診断解析を提供している。従って、資産活用スイート50内のアプリケーションは、プロセス制御データ、装置監視データ、およびプロセス性能データを利用して、一つの機能領域では厳格には最適化状態とはいえないが、全体としてのプラントの稼働を、異なる機能領域を独立して稼働させていてはできない方法で最適化し得る。

【0045】

データ収集および分配システム102は機能データ収集または生成ソース206、220、230、239と資産活用スイート50との間に位置することができるが、それは、加えて、もしくは代わりに、異なるデータを収集している異なるデータソースが何であるかに依存して、システム10内の他の領域に位置することが可能である。事実、データ収集および分配システム102は、そのデータソースが何であるか、どのソースが既に統合されているかに依存して、図3のフローダイアグラムの何処にでも配置することができる。上で指適したように、データ収集および分配システム102は資産活用スイート50と機能領域206、220、230、239との間に位置しても良く、通常それが事実である。しかしながら、データ収集および分配システム102は機能領域206、220、230、239の何れかもしくは全て、またはこれらの二つの組み合わせの内いくつかの前側に位置しても良い。さらにまた、データ収集および分配システム102は集中、即ち一個所に集中しているように図示されてきているが、分散システム10内の複数の領域で実施し得る。従って、このデータ収集および分配ソフトウェアの構成要素を、異なるデータソースからより多くのまたはよりすぐれたデータを収集することを可能にするために、複数の異なるデバイス内で実行しても良い。これらの複数のデータ収集アプリケーションは、それぞれ動作して、収集の必要性およびこれらのアプリケーションの配置に依存して、一または複数のソースからデータを収集することが可能であり、各アプリケーションは、それから、収集したデータおよび形式化したデータをシステム内の一または複数の集中型データベースに供与することが可能であり、そこからこのデータは他のアプリケーションにより利用されることが可能である。

【0046】

図3を再び参照すると、資材活用スイート50は、プロセス制御プラント10内の異なる機能領域またはデータソースから収集されたデータを利用する複数のアプリケーションを有するように図示されており、図示の目的のために、それには、性能監視機能領域230、プロセス制御機能領域206、および装置監視機能領域220が含まれている。勿論、資材活用スイート50はこれらの領域からどのようなデータでも受信し得るが、それらに

は、生データ、調整されたデータ、ヒストリアン212、226、234に格納されたデータ、監視アプリケーション208、222、性能モデル232、および診断アプリケーション210、224により生成されたデータが含まれる。もし所望ならば、資材活用スイート50は、また、プロセスモデル214および装置モデル228を利用し得る。資材活用スイート50は特定の数のアプリケーションを有するように図示されているが、資材活用スイート50は本文で記述される一または複数の機能を実行する一または複数のアプリケーション含むどのような数のアプリケーションでも有することが可能である。

【0047】

特に、図3に示されている資材活用スイート50は一または複数の一体化されたプラント状態監視アプリケーション240を有しても良い。そのようなプラント状態監視アプリケーション240には、図1の指標生成アプリケーション51が含まれても良く、それは、プラント10内のデバイス、例えばプロセス制御および計測器デバイス、パワー生成デバイス、回転装置、ユニット、および領域等に関連する指標、ならびに／または、プロセス制御構成要素、例えばユニット、ループ、および領域等に関連する指標を、プロセス制御情報、デバイス情報、および性能情報内の二つ以上に基づいて作成する。これらの指標の生成および表示は後にさらに詳しく記述する。しかしながら、一般的に言えば、これらの指標はプロセス制御データの他にプロセス性能および装置監視データにも基づいても良く、一体化された表示を介して、一貫性のある形式でユーザに表示されても構わない。

【0048】

図3に示されているように、資材活用スイート50は一体化された表示アプリケーション244（それは図1のインターフェイスアプリケーションのどれでもしくは全てであっても良い）を有しても良く、一体化されるかまたは共通の方法で、異なるデータをユーザに表示する。一般的に言えば、表示アプリケーション244は任意のユーザに異なるデータを供与するように構成されており、表示された情報は、プロセス制御データ201、装置監視データ202、およびプロセス性能データ203の内の二つ以上を反映するかまたはそれらに基づいている。アプリケーション244はスイート50内の他のアプリケーションからの入力を受信し、ユーザが生データ201、202、203を見るのを可能にしても良く、ユーザがスクリーンからスクリーンに移動して生データもしくは処理されたデータに基づいたプラント10の異なる部分もしくは面を見るのを可能にしても構わなく、ユーザが処理されたデータ、例えば装置状態、プロセス監視もしくは性能監視アプリケーション222、208、231、プロセスモデル214、装置もしくはプロセス診断アプリケーション224、210により生成されたデータを見るのを、または資産活用スイート50内の他のアプリケーションにより生成されたデータを見るのを可能にしても良い。

【0049】

また、資材活用スイート50は、一体化されたアラームアプリケーション246を有しても良く、プロセスアラームとデバイスアラームとの両方を受信し、これらのアラームを一貫性のある方法でユーザに表示しても構わない。そのような一体化されたアラーム表示アプリケーションは、2000年11月7日に出願された、「プロセス制御ネットワーク内の一体化されたアラーム表示」という表題の米国特許出願連続番号第09/707,580号に記述されており、それは本出願の譲受人に譲渡されており、本文で引用することにより明白に援用する。一体化されたアラームアプリケーション246はユーザ表示248を提供し、受信したアラームの情報を供与し、それらのアラームを統合したアラームバナーを供与する等する。

【0050】

資材活用スイート50は、また、プロセス制御データ201、プロセス性能データ205、および装置状態データ202を統合する一または複数の一体化された診断アプリケーション250を有しており、プラントワイドベースで診断を実行する。例えば、プロセス装置データおよびプロセス制御データを組み合わせ、それらの種類のデータの一つを使用す

るよりもプラント10内の状態についてよりすぐれた診断解析をすることが可能である場合が多くある。同様に、装置状態診断アプリケーション224の出力およびプロセス制御診断アプリケーション210の出力を組み合わせ、個々のアプリケーションのどちらよりもプロセスプラントのより完全な診断解析をすることは可能である。一体化された診断アプリケーション250は所望の任意の種類のエキスパートエンジン、プロセスおよび／または装置モデル、および受信したデータまたは他のアプリケーションからの他の診断判断に基づいてプラント10の状態について予測を行なう予測アプリケーションを有しても良い。勿論、一体化された診断アプリケーション250は、インターフェイスアプリケーション244を介してユーザ表示を提供し異なる診断解析を示しても良い。さらに、一体化された診断アプリケーション250は、ユーザがアプリケーション250を設定することを可能にしそれにより特定の統合した診断決定を作成しても良い。例えば、ユーザに設定スクリーンが提示されても良く、そこでユーザは実行する異なる診断アプリケーション（例えば、プロセス診断アプリケーション210および装置監視アプリケーション224が含まれる）を選択しても良く、それから、これらの選択した診断アプリケーションの出力に基づいて他の診断決定を組み合わせるかまたは作成しても構わない。この場合、ユーザはある既知のプロセスおよび装置監視アプリケーションまたは診断アプリケーションの出力を新しい機能（例えばプロセス性能機能）に結合しても良く、その機能はこれらの出力をある方法で組み合わせるかまたは評価して診断決定を作成する。あるいは、プロセス制御データ201と装置監視データ202との両方を利用する新しい診断アプリケーションを作成してプラント診断を実行しても良い。これらの例の場合、診断アプリケーション250は、例えば、ユーザインターフェイスアプリケーション244を介してユーザ表示に出力しても良い。

【0051】

故障診断アプリケーション250には、また、プロセス制御データ201と装置状態データ202とを利用して検出した問題の源を判断するバックトラッキングアプリケーションが含まれる。プロセス制御データまたは装置状態データのいずれか一方に基づいて、検出した問題の原因を見つけようとするバックトラッキングアプリケーションは存在するが、プロセス制御データと装置状態データとの両方に基づいてプラント内の問題を特定するために利用するバックトラッキングアプリケーションは存在していない。プロセスデータと装置データとの両方を利用するバックトラッキングアプリケーションを利用すると、プロセスデータまたは装置データの一つしか利用しない従来のバックトラッキングアプリケーションよりもプラント内の問題の原因または状態に関するさらにすぐれたまたはより完全な解決策を提供することができる。勿論、これらのバックトラッキングアプリケーションはプロセス制御データおよび装置監視データ、および、もし所望ならば、プロセス性能データを統合して問題の原因を判別する。そのような原因は、重要度の異なり得る要因の組み合わせである場合があり、同時に存在するはずのないプロセス状態および装置状態の検出（例えば、ポンプが稼動しておりそして閉鎖バルブが閉まっている）等の場合がある。これらの問題の提示は可能性、重み付け、および叙述条件状態の観点からであり得る。これらのバックトラッキングアプリケーションまたは他の診断アプリケーションは、プロセスおよび装置の公式のモデルの他に入力変数および出力変数ならびにこれらの変数の実際の測定値の微分もまた利用し、入力変数に対する出力変数の全微分を演算し、実際のプロセス測定値を用いてこの全微分を評価し、異なる有力な源の原因への寄与を演算しても良い。また、原因データは、プラント10からの実際のデータで確認され、有効化され、そして調整され、いかによくその予測が持ちこたえるかを判断しても良い。

【0052】

何れにせよ、一または複数の他の行動アプリケーション260を供与して、一体化された診断アプリケーション250により下された診断決定に対してか、またはアラームもしくは他の状態に応答して、なにか行動をおこしても良い。例えば、アプリケーション260は、ユーザインターフェイスアプリケーション244を介して、可能な行動もしくはリコメンデーションのリストをユーザに供与しても良く、または予測アプリケーション262

に供与しても構わなく、その予測アプリケーションは、そのようなりкоменデーションの結果を予測して、その結果を、一体化された表示アプリケーション244を介してユーザに表示しても良い。これらのリкоменデーションを、例えば、問題を解決するための行動を取り、プラント10の償還期間を延ばし、プラント10をより経済的にかまたは設定された財務の制限内もしくはEPAの制限内で稼働させ、現在のもしくは予測されるプロセスおよび装置機能性に基づいて将来の問題を回避するように設計しても良い。また、アプリケーション260は、ユーザが提案された行動に基づいてプラント10のシミュレーションを実行して、その行動を実施する前にこれらのアプリケーションの模擬効果を理解することを可能にしても良い。アプリケーション260はさらにすぐれた診断決断を下す行動においてさらに多くのもしくはさらに優れたデータを収集するために行動をおこしても良い。このデータ収集は、必然的にそして自動的に、装置状態監視アプリケーションもしくはプロセス監視アプリケーション、ならびに性能監視アプリケーションに追加のもしくは異なる種類のデータを収集させる。

【0053】

また、アプリケーション260は、もしそのように設定すれば、フィードバックパス264に示されているように、アプリケーション250およびアラーム等により下された診断決断に基づいて、自動的にプラント10内での行動、例えば設定ポイントの再設定、ループの調整、および装置の再設定等を行ない得る。これらの行動は、そのシステムに変更を実施するために、プロセス制御アプリケーションおよび装置監視および制御アプリケーションを利用することを必要する場合もある。これらの行動は、また、必然的にプラント10を再設定して、他のものに比べて、異なる製品または一つの種類の製品をより多く作っても良く、そうでなければプラント10を再設定して財務上の利益を最大化させるかもしくは他の関心を達成しても良い。さらにまた、アプリケーション260は他のアプリケーション、例えば自動作業注文生成アプリケーション270（図1のアプリケーション54であっても良い）を呼び出し、装置に必要な部品を注文し、新しい製品を生産するのに必要な原材料を注文する等をもしても良い。勿論、アプリケーション260は、一体化された、アラームデータ、財務制限もしくは指示データ、または他のデータを利用して、必要に応じて、緊急行動を実行し、制御を実行し、プラント10に自動もしくは手動に変更して指示を達成しても良い。

【0054】

理解されているように、ユーザインターフェイス244は、実行されるスイート50内のアプリケーションに基づいて、複数の異なる種類の任意のもしくは全てのユーザスクリーンを表示することが可能である。従って、例えば、ユーザインターフェイス244は、装置性能スクリーン、生データスクリーン、およびサテダイアグラム242等を表示し得る。ユーザインターフェイス244は、また、一体化されたアラームアプリケーション246により作成される一体化されたアラームスクリーン248を表示し得る。同様に、診断表示273、リкоменデーションスクリーン274、および生産目標および装置利用275、

276が任意の診断アプリケーション250により作成され得る。同様に、任意の種類の生産計画および財務計画スクリーン277がアプリケーション260が取る行動により作成され得る。勿論、他の種類のスクリーンおよび表示が、複数のデータソースからのデータに基づいて、これらのアプリケーションおよび他のアプリケーションにより作成され得る。

【0055】

図3は、プロセス制御アプリケーション、装置監視および診断アプリケーション、ならびに性能監視アプリケーションが、アプリケーション50のスイートから別であるように図示しているが、これらの特定のアプリケーションは、もし所望ならば、一体化アプリケーション50のスイートの一部にすることもできるし、それにより利用しても構わない。さらに、図3は、プラント10の一つの実施例に関連するデータを図示しているが、図3はアプリケーション50のスイート内の任意のアプリケーションの物理的な位置を表そうとしてるわけではない。従って、図3に示されている任意のおよび全てのアプリケーション

およびハードウェアはプラント内（または、もし所望ならばプラント10からたとえ離れていても）の任意の所望の領域に位置することが可能であり、これらのアプリケーションは同じ領域に位置する必要はない。さらにまた、データ収集装置とデータ収集および分配システム102との間のデータの流れの他に、データ収集および分配システム102と図3に示されているアプリケーションとの間のデータの流れは任意の所望のネットワーク、例えばLANもしくはWAN、インターネット、および任意のインターネット上で発生し得る。データは任意の方法で任意の所望のハードウェアデバイス、例えば任意の物理媒体および、任意の専用もしくは共有情報搬送方法を利用して搬送しても良く、例えば、有線媒体、無線媒体、同軸ケーブル媒体、電話モデム媒体、光ファイバー媒体、流星バースト媒体、および衛星媒体等が含まれるがそれらに制限するものではない。この通信は、また、任意の所望のプロトコル、例えばFieldbusプロトコル、XMLプロトコル、TCP/IPプロトコル、IEEE802.3プロトコル、blue toothプロトコル、X.25プロトコル、X.400プロトコル、または現在公知かもしくは将来開発される任意の他のプロトコルを利用し得る。

【0056】

さらに、それらのデータは、一体化アプリケーション50に送信されるか、またはそれにより利用されるか、またはそれから送信されるかの任意の段階で、条件付けまたは圧縮され得る。勿論、任意の公知のまたは所望の圧縮が利用されても良く、例えばウェーブレット信号表現変換、Fourier変換およびHadamard変換等、フーリエの係数伝達等、例外処理、ならびにスイングドデータ圧縮等が含まれる。

【0057】

さらにまた、一体化アプリケーション50、例えば診断アプリケーション250はプロセス装置および挙動の任意の結合モデルを利用して、診断決断もしくは予測決断を下しても良く、例えば、公式数学モデル、統計的相関、カルマンフィルタ式推定量、ニューラルネットワーク、ファジー論理式モデル、またはこれらのもしくは他のモデルの任意の組み合わせが含まれる。

【0058】

一つの実施例によると、診断アプリケーション250はユーザがプロセスまたは状態監視センサの出力波形状の特性を閲覧し、これらのパターンが変化した場合、傾向変動を解析し、および／または、アラームを発生させ、および／または、変更制御機能呼び出すことを可能にし得る。この機能性は、拡張機能設定にアラーム限界を有するパターン認識により実現することが可能であり、あるいはフーリエ成分を観察し、個々のフーリエ係数に対するリミット設定に基づくか、またはフーリエ係数もしくはその関数（例えば、方形、総ACパワー、PSD係数等）の重み付けした組み合わせに対するリミット設定に基づいて、傾向変動、および／または、アラーム、および／または、制御開始を提供することにより実現することが可能である。

【0059】

一つの実施例においては、図1の一または複数のプロセス制御装置12、14に接続されている一または複数のカード、例えば入力／出力（I/O）カードが提供され、プロセスおよび装置監視活動からの状態監視入力を収集、変換、および処理もしくはバッファしており、従って、これらのカードはデータ収集および分配システム102の一部もしくは全部を実施し得る。これらのI/Oカード（I/Oカード上で実施されるデータ収集ルーチンを有するサブアセンブリプロセッサであっても良い）はプロセスプラント10の幾つかのもしくは全てのデバイスおよび領域等のデータ収集活動を実行し、プラント10内の一体化されたアプリケーションにより必要とされるデータを提供し得る。これらのカードは、任意のまたは全てのプロセス制御データ、装置監視データ、またはプロセス性能データを、プロセス制御システム内の複数の異なるデバイスの種類もしくはソースから収集するように設定され得る。さらに、そのようなデータソースには、例えば、携帯式収集デバイス、実験室における化学測定値および物理測定値ソース、直接オンライン入力ソース、および遠隔ソースが含まれる。さらにまた、一または複数の本文で記述されてい

る一体化されたアプリケーションを格納すると共に実施するために、もう一つのカード、例えば制御装置に接続されている I / O カードが提供され得る。従って、図 1 は、集中型コンピュータ 30 内に実現される資材活用スイート内に、データ収集および分配アプリケーションの他に、一体化されるアプリケーションも図示しているが、これらのアプリケーション、およびこれらのアプリケーションのためのデータ収集活動は、プロセスプラント 10 の全体に亘って分散している一または複数の専用カードもしくは他のデバイス内に実装しても良い。これらのカードもしくはサブアセンブリは、システムバス、例えば図 1 のバスを介して、ユーザインタフェースおよび制御装置に直接接続することが可能であるか、または一または複数の制御装置に関連する入力／出力システムの一部であることが可能であるか、または他の領域に設けることが可能である。勿論、一つのそのような専用カードは、それが利用されているプロセスプラント 10 も設定および性質に依存して、一体化されたアプリケーションまたはそのサブセットを実行することが可能である。場合によっては、多少の収集されたデータが制御装置レベルで処理されても良く、この処理されたデータもしくは部分的に処理されたデータは、さらに、もう一つのデバイス、例えばコンピュータシステム 30 に供与しても構わなく、一体化された処理を完了させても良い。この方法により、一体化されたアプリケーション 50 は、プラント環境内で実現される場合、事実上分散され得る。

【0060】

異なるデータソースからのデータを収集して統合する一つの方法について、図 4～図 6 を参照して説明する。この例においては、異なるデータソースから収集されたデータを、フィッシャーローズマウントシステムズ社が販売する Delta V プロセス制御システムを利用して実施するプロセス制御システムが使用する形式に変換する。結果として、プロセス制御データは遠隔データソースではない。しかしながら、他のデータ、例えば保守データ、性能監視データ、プロセスモデルデータ、および財務データ等は外部データソースからのものである。一般的に言えば、このシステムは、システム設定についてのデータを格納して追跡する設定システムを用いて設定される。過去においては、そのような設定システムは、プロセス制御デバイス、ソフトウェア、およびストラテジーの配置および相互作用に制限されており、限られた範囲においては、あるデバイス、例えばフィールドデバイスについての保守情報が含まれていた。しかしながら、そのシステムのはプロセス制御オペレータの要求を満たすことを重視しているので、ユーザに表示された情報および設定システムにより追跡される情報は一般的にプロセス制御情報に制限されていた。この公知のシステムにおいては、設定データベースは、プロセス制御デバイスに属する情報およびこれらのデバイスにより収集され生成されるデータを格納し、そしてエクスペローラアプリケーションが表示していた。一般的に、異なるデータソースからのデータが単一システムにより収集され利用されることを可能にするために、設定データベースまたは他の一体化された設定システムが供給され、異なるデータソースが単一データソースとして利用されるようにデータをそのシステムに供与することを可能にしている。そのような設定データベースが他の異なるデータソースからのデータを収集して格納するために利用されており、エクスペローラ型表示もしくはヒエラルキが収集されたデータを操作し、編成し、そして利用するのを可能にするように供与され、それによってそのデータを異なるアプリケーションが利用できるようにしている。

【0061】

図 4 は、システム 300 の構築の概要を示しており、このシステム 300 は、プロセス制御システムで異なるデータソースからのデータを収集する。一般的に、システム 300 は情報技術システム (ITS) セクション 302 を有しており、そのセクションは保守管理システム 304、製品在庫管理システム 306、および生産スケジュールシステム 308 の他に、LAN およびインターネットにより接続される他のシステム等を有してもよい。ITS 302 は、XML トランザクションサーバ 312 を介して、ウェブサービスセクション 310 に接続されている。サーバ 312 は XML でラップされたデータをウェブサービス 310 に送信し、そのデータの表示はブロック 304、306、308 により

利用されかまたは生成される。

【0062】

ウェブサービス310は一連のウェブサービスリスナー314を有しており、他のデータソースからのあるデータを待機して傾聴するかまたは購読し、このデータを購読アプリケーションに供与する。購読アプリケーションはITS 302またはプロセス制御システム内のアプリケーションと関連しても良い。ウェブリスンサービス（データ収集および分配システム102の一部であっても良い）は、アラームデータおよびイベントデータ、プロセス状態監視データ、ならびに装置状態監視データを待機して傾聴すると共に再分配する。このデータのインターフェイスはそのデータを標準形式もしくは標準プロトコル、例えばFieldbusプロトコルもしくはDelta Vプロトコル、またはもし所望ならばXMLに変換することに利用される。ウェブサービス310は、ウェブサービス316を介して、他の外部データソースと接続していると共にそれらからデータを受信している。これらの外部ソースには、振動監視データソース、実時間最適化データソース、エクスパートシステム解析データソース、予測保守データソース、ループ監視データソース、または他のデータソースが含まれる。勿論、各ソースは異なる外部サーバを介して接続されても良く、そうでなければ、二つ以上のデータソースがこのような場合にサービスを共有しても良い。同様に、これらのデータソースはプロセス制御環境内に組み込まれても良く、そうでなければ、それから切り離されて、インターネットまたは他のLANもしくはWANを介して、外部サーバに接続されても良い。何れにせよ、ウェブサーバ316は、もし所望ならば、受信したデータをフォーマットすることにより、データ収集および分配システム102の機能性の幾つかを実施し得る。

プロセス制御ランタイムシステム318はウェブサービス310および外部サーバ316と接続されている。ランタイムシステム318は、制御アプリケーション、オペレータインターフェイスアプリケーション、アラームおよびイベントアプリケーション、ならびに実時間データアプリケーションを有しており、そのどれもが外部サーバからもしくはウェブサービスから（従って、ITS 302から）のデータを利用することが可能である。インターオブシステム320はウェブサーバ316およびウェブサービス310からのデータを編成すると共に収集して、このデータをプロセス制御ランタイムシステム318により使用可能な共通または一貫性のある形式で利用できるようにするために提供される。インターオブシステム320は変換インターフェイス、例えばROCインターフェイス、OPCインターフェイス、PIインターフェイス、および仮想制御装置DDL I/Fインターフェイスを有しても良く、ウェブサーバ316およびウェブサービスリスナー314から受信されたデータをデータ変換および認識することが可能である。

【0063】

最終的に、設定データベース322はインターオブシステム320およびプロセス制御ランタイムシステム318からのデータを格納すると共に編成するために利用され、それには遠隔データソース、例えば外部ウェブサーバ316およびITS 302からの任意のデータが含まれる。勿論、ITS 302は、また、ウェブサービス310を介して、プロセス制御システムおよび遠隔データソースに登録してデータを取得しても良い。

【0064】

図5はエクスペローラ型ナビゲーションツールにより生成される表示350を例示しており、そのツールは、設定データベース322内に格納されるように、データ収集および分配システム102により収集されるデータを、格納、編成、およびアクセスするために利用され得る。表示もしくはヒエラルキ350は異なる目的に利用可能な複数の異なるセクションを有している。しかしながら、ヒエラルキ350は、システムの編成を表し、システムの概略を図示し、そしてシステムが利用可能なデータもしくは他の要素へのアクセスを提供する。従って、ヒエラルキ350は設定データベースに格納されるデータを表す他に、そのデータを操作してそのシステム内の設定を何らかの方法で変更するのに利用される。分かるように、図4の例示のヒエラルキは複数の異なるセクションを有しており、それらには、「ライブラリ」セクション、「制御戦略」セクション、および「ネットワー

ク」セクションが含まれ、そのそれぞれは、異なる目的に利用するか、そうでなければ、設定データベースに格納されるかまたはそれが利用することができるデータの、異なるデータまたは異なる編成を表すのに利用することが可能である。

【0065】

一般的に言えば、ライブラリセクションは、設定データベースに格納される異なる要素またはそれと関連する異なる要素のリストを有すると共にそれらへのアクセスを可能にしている。これらの要素はハードウェア要素か、またはソフトウェア要素であっても良く、例えばテンプレートソフトウェアモジュール、フィールドデバイス、制御装置、およびワークステーションなどが含まれる。異なるデータソースからのデータを表し、編成し、そしてそれらへのアクセスを可能にするために、ライブラリは、また、一または複数の外部サーバを有しても良く、それらは、異なるデータソースから総合システムへのデータ流経路として利用される。これらのサーバは図4にウェブサーバ316として図示されている。本文で用いられるように、総合システムには図2のデータ収集および分配システム102の上側の全てのハードウェア要素およびソフトウェア要素が含まれる。換言すれば、総合システムにはシステム10内で同じデータ形式を利用する要素が含まれる。

【0066】

各外部サーバの下側に、故にそれと関連して、データ経路としてそのサーバを利用して、データソースの要素またはパラメータが定義される。サーバの定義されたパラメータ、故にデータソースは、そのサーバに接続されるかまたはその内に格納されるアプリケーションまたはハードウェアデバイスを表すアイコンであっても良い。これらの定義されたパラメータには実際の外部サーバにより提供されると共に異なるデータソースに関連するXMLスクリプトが存在している。場合によっては、データソースを作成する所有者または作業者、例えばサービスプロバイダまたはアプリケーション作成者はサーバの動作能力またはそれに関連するデータソースを定義するXMLスクリプトを供与し得る。逆に言えば、総合システム内のユーザまたはオペレータはライブラリを外部サーバの目的および属性を定義する情報で満たし得る。

【0067】

図4に外部サーバに関連するとして図示されている例示のデータソースはRTO+アプリケーションである。一般的に言えば、RTO+アプリケーションはプロセス制御システムサービスプロバイダにより供与され通常実施される最適化アプリケーションである。このアプリケーションは、通常、特定のプロセス制御システムに合わせてあり、モデルを利用してプラントの制御を最適化する目的でプロセス制御プラントをモデル化する。RTO+アイコンは、通常、外部サーバのデータソース側に物理的に位置しており、その下で、RTO+アプリケーションはボイラー蒸気タービンに関係あるとして図示されている。RTO+アプリケーションはそのタービンの効率、そのタービンのパワー出力、およびそのタービンに関連してRTO+ソフトウェアにより測定されるかまたは生成される他のパラメータもしくはデータのような情報を供与する。さらに、RTO+ソフトウェアにより供与されるように、ボイラー蒸気タービンに関連する他の要素はライブラリに図示されている。例えば、そのタービンのために定義された機能ブロックまたはここに挙げられた機能ブロックの他にそれらの機能ブロックのパラメータがある。同様に、そのタービンに関連するアラームが図示されており、ここで動作可能（オンにする）にされても良く、または動作不能（オフにする）にされても構わない。同様に、他のアプリケーション、例えば診断アプリケーションがRTO+ソフトウェアを介して、そのタービンからデータを収集する必要があり得るかどうかの指標が動作可能または動作不能になる。さらにまた、収集されるデータおよびそのタービンについて格納されるデータを定義する、前もって定義される他のヒストリデータ収集は、そのライブラリのこのセクション内にリストされている。アラームサービスおよび他のサービス、例えば診断サービスは実際にはボイラー蒸気タービンの一部ではないということは注目すべきことである。しかしながら、それらのサービスはこの要素下のライブラリにリストされている。というのは、それらのサービスはタービンからデータを取得し、それによりタービンをサポートしているからである。

【 0 0 6 8 】

ヒエラルキ350の制御戦略部を参照すると、制御戦略は、例えば領域1および領域2のような地理的な領域により編成されている。各領域はユニット1およびユニット2のような異なるユニットに分割され得る。さらにまた、各ユニットは、それに関連する複数のモジュールを有することが可能である。これらのモジュールは任意のモジュール、例えばプロセス制御ネットワーク内で開発された一貫した形式のモジュールまたは異なるデータソースに関連するモジュールであり得る。これらのモジュールは、一般的に、異なるアプリケーションが互いに連動してどのように動作するか、および、どのように互いに通信するかを設定するために利用される。この機能性は図6に関連してさらに詳細に記述する。

制御戦略セクションは、システム10の現在の設定に関する、設定データベース内に格納された情報を図示しており、システム10内の異なるハードウェアの位置と相互関係、およびシステム10内の異なるソフトウェア要素の位置と相互関係等が含まれる。オペレータまたはユーザは、表示350内の要素を操作することによりそのシステムの設定を操作することができる。例えば、一つのソフトウェアをハードウェアデバイスにダウンロードするためには、ユーザはそのソフトウェアを表しているアイコンをドラッグしてハードウェア要素にドロップし得る。新しいデバイスアイコンをヒエラルキ350に置くことは、新しいデバイスが物理的にそのシステムに追加されることを反映する。

【 0 0 6 9 】

一般的にいえば、設定データベースは制御戦略セクションに図示されるモジュールの操作を格納すると共に許可するように設計される。他の要素、ハードウェア要素またはソフトウェア要素のいずれか一方は、単一モジュールまたは相互接続されたモジュールの組み合わせにより表されても良い。従って、ユーザが表示350内でアイコンを操作する場合、そのユーザは、設定データベース内または他のデータベースもしくはこれらのモジュールが位置しているメモリ内のモジュールを実際に操作している。

異なるデータソースからのデータの収集および利用を可能にするために、表示もしくはヒエラルキ350はモジュールとしてまたはモジュールの組み合わせとして、異なるデータソースを表す。そのようなモジュールは、それから、設定ヒエラルキ内に格納されることが可能であり、総合システム内の構成要素と関連するモジュール、例えばプロセス制御モジュールが設定データベース内で操作されるのと同様の方法で操作される。以前には未知のもしくは非接続のデータソース用のモジュールを生成する場合、ユーザは、モジュールのコンテキストでそのデータソースから受信するデータの種類、性質、または意味を定義する。この情報構成を用いて、そのデータソースから実際に受信したデータは、総合システム内の要素の他のモジュールからのデータと同様の方法で、総合システム内で分類され、ラベルを貼られ、認識され、使用される。この方法で、異なるデータソースから受信される任意の種類のデータが収集されると共に格納されることが可能になる。これは、たとえば総合システムに全く無関連の組織もしくは人が実際にそのデータを生成するアプリケーションもしくはデバイスを作成していたとしても同じである。勿論、そのデータソースからのデータは、データ変換技術、例えばOPC、PI、およびFieldbus等により変換された後、設定データベースに通信されるということは理解されている。上述したように、この機能はデータ収集および分配システム102により実行されるが、図5のヒエラルキ350内には実際には示されていない。蒸気タービン用のモジュールのさらに詳細な説明を図6に基づいて行なう。

ヒエラルキ350のネットワークセクションはそのネットワークの物理的なおよび動作相互接続を図示している。勿論、そのネットワークと関連する複数の異なる種類のデバイスおよび要素が一般的には存在する。しかしながら、一つの図示される要素はACN（領域制御ノード）であり、制御装置ノードを有する。同様に、その制御装置ノードは、制御戦略、例えばその中に格納される制御および通信ソフトウェアを有する。また、ACNは、一または複数の入力／出力（I／O）デバイスを有し、それらはFieldbus I／OデバイスおよびHART I／Oデバイス等であり得る。勿論、各I／Oデバイスは、それに接続されるまたはそのI／Oデバイスに通信可能に結合される、異なるポート、デ

バイス、および機能ブロック等を有し得る。また、一または複数のワークステーションは、ACNに関連し得る。これらのワークステーションはユーザインターフェイスまたは他の種類のワークステーションであっても良い。図5に示されるワークステーションは複数のアプリケーションまたは他の機能要素をサポートまたは実施し、この例においては、アラームおよびアラート処理もしくは表示アプリケーションおよび、例えば制御装置およびフィールドデバイス等を設定してその制御装置およびフィールドデバイスについての情報を取得することに利用される制御戦略アプリケーションを含む。

【0070】

異なるまたは共通点のないデータソースからのデータの収集を可能にするために、相互作用（IOP）セクションは、また、このワークステーションにより提供されるかまたは実行される。IOPセクション（図4参照）は ヒエラルキ350のライブラリセクション内に確認される一または複数の外部サーバを有している。ここでは、RTO+外部サーバ（外部サーバ1と称する）はACN内に図示されるワークステーションによりサポートされている。勿論、図2および図3に関連して記述された他のデータソースと関連する他の外部サーバは、もし所望ならば、このワークステーション、このACN内の他のワークステーション、または他のACN内の他のワークステーションに設けられても良い。任意の妥当な数のデバイスが外部サーバによりサポートされ得る。これらのデバイスの全てがRTO+アプリケーションもしくはサーバに関連し得るが、一つのサーバによりサポートされるデバイスの全てが一つの特定なデータソースと関連する必要はない。この方法で、単一サーバは、複数のデータソースをサポートすることが可能になる。

この例において、外部サーバ1によりサポートされているデバイスの一つが、前述したボイラー蒸気タービンである。ライブラリセクションで同様に指摘されたように、ボイラー蒸気タービンは、物性、例えば効率およびパワー等、機能ブロック、ならびにアラーム等を有し得る。またライブラリセクション同様に、ユーザは、タービンデバイスのアラームを選択してそれをここで実行可能にすることにより、そのヒエラルキのこの領域のデバイスアラーム等のようなアラームを受信するか、またはそれを実行可能にするように設定し得る。また、ユーザは、ヒエラルキ350のこの領域のアラーム、物性（効率およびパワー等）、機能ブロック、ならびにパラメータデータにアクセスすることができる。

この方法で、ヒエラルキ350のIOPセクションを利用して、ユーザは、総合システムに以前には接続されていなかったデータソースに関連するデバイスおよびアプリケーションからのデータを定義してそれからそれらにアクセスできるようにできる。場合によっては、ユーザは、外部データソース用、例えば外部デバイスまたはアプリケーション用の一または複数のモジュールを規定し、これらのモジュールを利用して異なるデータソースから収集されたデータを編集し、他のアプリケーションが利用できるようにする。このプロセスの一部として、ユーザは外部データソースに関連する機能ブロック、パラメータ、およびアラーム等を考案する。これは、たとえ外部データソース用のモジュールまたは機能ブロックが実際にはそれらのデータソース内に存在しない場合であっても、その代わりにワークステーションにより実現されるように、データ収集および分配システム102内に位置し、外部サーバがその外部データソースに接続されているような場合もある。

【0071】

図5の設定ヒエラルキ350を利用して、ユーザは、IOPサーバによりサポートされている外部サーバを介して接続されているデータソース、例えばデバイスまたはアプリケーションを規定するかまたは取り込む。図6は設定アプリケーションにより供与される設定スクリーンを図示しており、それは、モジュールが総合システム内の他のモジュールに接続されるように作成されると共に操作されるのを可能にする。この設定スクリーンを利用して、総合システム内のアプリケーションおよびデバイス用のモジュール、ならびに総合システム外のアプリケーションおよびデバイス用のモジュール、即ち異なるデータソースに関連するモジュールを接続して互いに通信するようにすることが可能である。さらに、この接続はモジュール間のデータフローを規定し、従ってデータは外部データソースと総合システム内のアプリケーションとの間を双方向に流れる。

【 0 0 7 2 】

モジュールは複数のモジュールテンプレート 3 6 0 (図 6 のスクリーンの左側) の一つをドラッグしてその選択されたテンプレートを設定スクリーン 3 6 2 内に置くことにより作成し得る。そのモジュールは、それから、特定のデバイスまたはデータソース、例えば I O P サービス内または図 5 のヒエラルキのライブラリ内のタービンデバイスに、ポップアップ特性ボックス等を利用して割り当てられ得る。一旦特定の外部デバイスまたはデータソースに、I O P サービスおよび外部サーバを介して接続されると、そのモジュールはそのデバイスに関連する特定のパラメータを含むように規定され得る。そのようなパラメータは、そのモジュールより得られるそのモジュールの特性、例えばそのモジュールの出力したものであっても良い。幾つかのまたは全ての規定されたモジュールパラメータは、図 5 のヒエラルキ 3 5 0 内の外部デバイスまたはデータソースに関連していると考えても良い。

【 0 0 7 3 】

この場合、蒸気タービンモジュール 3 6 4 は、そのモジュールからの出力として得られる効率パラメータ 3 6 6 およびパワーパラメータ 3 6 8 を有している。また、図 5 に示したヒエラルキ 3 5 0 内に反映されているモジュール 3 6 4 の残りの要素は、そのモジュールの一部として供与されており、機能ブロック、デバイス入力/出力、デバイスに関連するアラームが含まれる。図 5 に示したヒエラルキ 3 5 0 のボイラー蒸気タービンに関連するかまたはそのために作成されるタービンモジュール 3 6 4 は、また、アラームを有しており、それらは I O P またはヒエラルキ 3 5 0 のライブラリセクション内で、ユーザにより確認されるかまたはユーザにより実行可能にされるアラームである。これらのアラームの一つは出力として利用可能である。そのモジュールの出力はタービンデバイスに関連するデータであり、そのデバイス自体またはそのデバイスに関連する他のソフトウェアから、外部サーバを介して供与される。これらの出力はパラメータおよび測定された数値等であっても良く、モジュール 3 5 4 がどのように規定されているかにより異なる。そのモジュールへの入力アプリケーション等からの入力であり、その実際のデバイスまたはそのデバイスに関連するソフトウェアに外部サーバを通して送信されそのデバイスにある方法で動作させ得る。結局、モジュール 3 6 4 の入力は関連するデバイスが受信または認識するデータまたは制御信号である。これらの入力の機能はそのデバイスまたはそのデバイスに関連するソフトウェアにより規定される。これらの入力は他のモジュール、例えば総合システム内のモジュールまたは他の外部データソースに関連するモジュールからのデータが外部データソースまたはデバイスに、I O P サービスを介して、従ってその外部データソースに接続されている外部サーバを介して送信されることを可能にする。外部データソースはこの入力データを所望の任意の方法で利用し得る。例えば、外部データソースはこの入力データにより制御され得るし、あるいはこの入力データを利用してそのデバイス等のパラメータについての計算をより良くまたはより正確にし得る。もし所望ならば、外部データソース用のモジュールは、ソフトウェアを有して、入力、出力、およびパラメータ等を利用して特定の性質の計算を行なっても良い。

【 0 0 7 4 】

設定システムの好ましい実施例においては、総合システムおよび外部データソース内のデバイスおよびアプリケーション等用に作成されたモジュールは F i e l d b u s モジュールコンセプトまたは D e l t a V モジュールコンセプトに基づいており、それらのコンセプトは非常に似ている。ここでは、モジュール 3 6 4 はシャドウ機能ブロックまたはシャドウモジュールである。というのは、それがそのモジュール組織を利用しない外部データソースに関連しているからである。一般的に言えば、シャドウ機能ブロックまたはシャドウモジュール要素は総合システムの設定データベース内の機能ブロックまたはモジュールであり、モジュールとして使用可能に設定されている。しかし、このシャドウモジュールは、データソースまたはデバイスに接続されており、その外部デバイスにより生成されるかまたは供与される出力を有している。さらに、シャドウモジュールはそれが受信した入力を外部データソースに供与する。従って、シャドウモジュールはデータソースから受

信したデータにより判断される、実際のデバイスまたはデータソースへの入力、その出力、およびその状態を反映する入力、出力、および状態をただ有しているにすぎない。しかし、シャドウモジュールを利用すると、外部デバイスまたはデータソースの入力および出力を生成し、総合システム内の残りのモジュール、例えば資産活用スイート50内のアプリケーションに関連するモジュールにアクセスすることが可能になる。この方法で、シャドウ機能ブロックまたはモジュールは、その外部データソースから受信したデータを総合システム内の他のアプリケーションが利用できる形式にすることにより、外部データソースと総合システム内のアプリケーションとの間の情報の経路として動作する。シャドウ機能ブロックの説明および利用は、1998年9月10日に出願された「プロセス制御ネットワーク内で利用するシャドウ機能ブロックインターフェイス」という表題の米国特許出願連続番号第09/151,084号に記述されており、それは本出願の譲受人に譲渡されており、本文で引用することにより明白に援用する。

【0075】

図6の設定スクリーン362は、ユーザがタービンモジュール364を設定し、その出力を計算モジュールまたはC a l cモジュール370として認識されるもう一つのモジュールの入力に提供する場合を図示している。C a l cモジュール370は、タービンモジュール364から受信するパワー入力とP I Dモジュール372から受信する入力を有し、それは総合システム内のプロセス制御ルーチンに関連するモジュールであり得る。C a l cモジュール370はこれらの入力を利用して出力を作成するが、その出力は、モジュール364に関連するタービン内の特定のパラメータを変更する必要を指摘しても良い。この例において、C a l cモジュール370の出力はタービンモジュール364の入力に供与され、その結果このデータは、I O Pサービスおよび外部サーバを介して、そのタービンに関連するデータを提供するアプリケーション（例えばR T O +アプリケーション）に送信される。C a l cモジュール370は総合システム内のワークステーション内で実現されると共に実行されるモジュールである、ということは理解されるだろう。C a l cモジュール370は、もう一つのアプリケーション、例えば資産活用スイート50のアプリケーションの一つに関連し得る。従って、設定スクリーン362は一つの外部データソースが総合システム内のアプリケーションに結合されデータをそのアプリケーションに供与する方法を図示している。また、総合システム内のアプリケーションは（即ち、C a l cモジュール360）は計算を実行するために遠隔データおよびプロセス制御データを利用し、他のデータまたは情報を外部サーバを介して外部データソースに送信する。外部サーバは、データが総合システムと外部データソースとの間のいずれか一方に送信されるときに、O P Cまたは所望の他の任意の通信変換プロトコルを利用してそのデータを適切な形式に変換するように設定される、ということは理解されるであろう。

外部データソースと総合システムとの間の設定または通信戦略が図6に示されているが、他のデータソース用のモジュールおよび同じデータソースに関連する異なるモジュール等もまた同様に作成され得るし、任意の外部データソースと総合システム内の任意のアプリケーションとの間の通信を提供するために相互接続され得る、ということは理解されるであろう。さらにまた、異なる外部データソースからのモジュールが、これらのデータソース間において通信を提供するために、互いに通信可能に結合され得る。この場合、データ収集および分配システム102は、異なる外部データソースに関連するデータフォーマット間で必要なデータの収集および変換を提供している。

外部データソースからのデータを、そのソースからのデータを収集すると共に編成するために作成されたモジュール内で操作する一つの例は、外部データソースの用のアラームの利用または作成である。特に、アラームは、外部ソースから提供される実際のアラームデータを収集して反映するように、モジュール用に規定することが可能である。加えてまたはあるいは、アラームはそのモジュールに関連する外部データソースから受信したデータに基づいて作成される。アラームがモジュール内で作成される場合、そのモジュール内の機能ブロックは外部ソースからのデータの他に、もし所望ならば他のソースからのデータもまた取得することができ、任意の所望の演算を実行してアラームまたはアラートの状態

が存在するか判断できる。もしそのような状態が存在する場合、この機能ブロックはアラーム信号を設定し得る。そのアラーム信号はそのモジュールに関連しており、アラームアプリケーションにより監視されるかまたはそれに送信され、アラームアプリケーションはこのアラームを他のアラームが処理されるのと同じ方法で処理する。そのようなアラーム処理にはそのアラームをユーザに表示すること、そのアラームを格納すること、およびそのアラームが認識されるのを可能にすること等が含まれる。また、モジュール、例えば外部データソースに関連するモジュールのアラーム能力を、図5のヒエラルキ350を介して、実行可能または実行不可能（それはそのモジュールのアラーム能力をオンまたはオフにし得る）にすることができる。従って、外部データソースからのデータを、そのモジュール内のアラームにマッピングすることができ、またはそのモジュール用、従って外部データソース用のアラームを生成するのに利用することができる、ということは理解されるだろう。

【0076】

外部データソースからのデータまたは外部データソースに関連しているデータにアクセスし、そのデータを取得し、または見るために、ユーザはヒエラルキ350のライブラリセクションを検索し、その外部サーバに関連する情報を調べても良い。加えて、ユーザは制御戦略を調べ、その外部データソース用の特定のモジュールを探しても構わない。また、ユーザは、ヒエラルキ350のACN、ワークステーション、IOP、外部サーバ、およびデバイスパスを利用して適切なデータを見つけても良い。

【0077】

アラームデバイスと同様に、外部データソースのための他の種類のサービス、例えば診断サービスが、図4のヒエラルキ350およびデータ収集および分配システム102を利用して、外部データソースに提供されても良い。例えば、診断アプリケーションによっては、定期的に、総合システム内のモジュールからの、またはそれについてのデータを収集し、このデータを利用して問題および不十分な性能等を診断するのもある。同じ診断アプリケーションは、そのデータソース用に作成されたモジュールを利用して外部データソースについてのデータを収集するために利用され得る。従って、外部データソースに関連するモジュールが、診断アプリケーションに必要なデータを、外部データソースから受信または収集するように設定してあれば、診断アプリケーションにより必要とされるデータを自動的に方法で収集することは可能である。場合によっては、モジュール自体についての情報、例えばそのモジュールの入力、出力、または他のパラメータ内の変動性を診断目的に利用することができる。勿論、所望の任意のデータをこれらの診断アプリケーションのために収集または利用しても良い。アラーム同様に、診断アプリケーション、例えばフィッシャーローズマウントシステムズ社から販売されているInspectアプリケーションを図5のヒエラルキ350内で実行可能または実行不能にしても良い。この診断アプリケーションは「プロセス制御システム内の診断」という表題の米国特許出願連続番号第09/256,585号に記述されている。勿論、他の診断アプリケーションが外部データソース用の指標を作成し、そのデータソースまたはそのデータソースと関連するデバイスの調子を示すことができる。そのような指標は活用指標、性能指標、変数指標、または他のヘルプ指標を有しても構わない。

【0078】

データ収集および分配システム102内の共通モジュール定義またはスキームを利用すると、このシステムの作成および利用を理解し、プログラムし、および利用することが容易になる。従って、開放型または周知のモジュールプロトコル、例えばFieldbusプロトコル、Fieldbusプロトコルに非常に良く似たDelta Vプロトコル、または他の開放型プロトコルを利用して、本明細書で記述されているモジュールを作成し、操作することが、必要とまでいかないにしても望ましいことではあり得る。そのようなプロトコルを用いる場合、外部データソースを提供するかまたは監視し得るサービスプロバイダはデータ収集および分配システム102を、開放型プロトコルを利用してデータをデータ収集および分配システム102に通信する外部システム用のフロントエンドを作成す

ることによりサポートすることが可能である。この場合には、データ収集および分配システム102用のO P CフロントエンドおよびP Iフロントエンド等はそのデータソースに必要でなくとも良い。代わりに、データ収集および分配システム102により作成されたモジュールは、単に、遠隔データソース自体から取り込んでも良い。さらに、このフロントエンドを外部データソースに設けると、オペレータまたはこれらのデータソースの所有者が、彼等のシステムから得られるデータを定義することを可能にし、彼等のシステムに最も関係のあるアラームおよびアラートを提供することを可能にし、そして総合システム内で利用される診断アプリケーションをより良くサポートすることを可能にするが、それらの全ては彼等の製品またはサービスをより望ましいものにする。同様に、このフロントエンドは彼等のアプリケーションが、他のソース、例えば総合システム内の他の外部データソースおよびアプリケーションからのデータを取得し、利用することを容易にし、彼等の製品に付加価値を与える。

【0079】

ここでは、データ収集および分配システムがモジュールを利用して、図5のエクスプローラ式のヒエラルギを用いて編成すると共に操作しているが、これはただこのシステムを実現するための一つの方法であるに過ぎない、ということは理解されるであろう。外部データソースからのデータを収集する他の任意の方法、それを共通または利用可能な形式に変換する他の任意の方法、そのデータを格納する他の任意の方法、およびそのデータを他のアプリケーションに供与する他の任意の方法もまた利用することが可能であり得る。さらにまた、図3のデータ収集および分配システム102が単一の構成要素であるように図示されてきているが、それは本質的に分散されても良い。従って、総合システム全体に亘って広がっている異なるワークステーションまたは他のコンピュータデバイスが異なるデータソースからのデータを収集し、このデータを、総合システムが利用できる方法で処理すると共に格納しても良い。

【0080】

一旦、データ収集および分配システム102が設定されると、複数の異なる種類のアプリケーションが、異なるデータソースからのデータを利用し、プロセス環境内の新しいかまたはさらに完全な機能を実行することが可能になる。例えば、資産活用スイート50内の一または複数のアプリケーションが、一または複数の数学的なモデルまたはソフトウェアモデルの実行を実施または監視するのに用いられなくても良く、それらのモデルは、特定のプラントまたはそのプラント内の構成要素、例えばデバイス、ユニット、ループ、および領域等の動作をモデル化する。従って、プロセスモデルまたはデバイスモデルは収集されたデータを用いるために作成され実施され得る。これらのモデルはプロセス装置またはプロセス領域を基準としても良い。一つの実施例においては、これらのモデルを作成するために、モデリングエキスパートはプラントを構成要素装置に分け、任意の所望のレベルの抽象化で、その構成要素部分にモデルを提供する。例えば、プラント用のモデルはソフトウェアに実装され、そのプラントの異なる領域用に一組の階層構造的に関連し、相互接続されたモデルによりなるか、またはそれらを有し得る。同様に、任意のプラント領域用のモデルは、そのプラント内の異なるユニット用の個々のモデルよりなり、これらのユニットの入力と出力間が相互接続されていても良い。同様に、ユニットは相互接続された装置モデル等により構成されても良い。勿論、領域モデルはユニットモデルおよびループモデル等と相互接続されているデバイスモデルを有しても良い。このモデルヒエラルギの例においては、低レベルの構成要素、例えばデバイス用のモデルの入力および出力は、より高レベルの構成要素、例えばユニット用のモデルを作成するため相互連絡されても良く、その入力および出力は相互連絡されさらに高レベルのモデル、例えば領域モデルを作成しても良く、そして以下同様である。異なるモデルが組み合わせられるかまたは相互接続される方法は、勿論、モデル化されるプラントによって様々である。勿論、これらのモデルは上述した方法で外部データソースより必要なデータを受信し得る。

【0081】

階層構造ソフトウェアモデルの利用の例を図7 (a) および図7 (b) に関連して記述す

る。図7 (a) は精製プラント内の複数の領域380, 381, 382用のモデルを図示している。図7 (a) に示されるように、領域モデル382には原材料ソース384の構成要素モデルが含まれ、それは、原材料、例えば原油をプリプロセッサモデル388に供給する。プリプロセッサモデル388はその原材料にある精製を与え生産物を提供するが、例えば、典型的には原油を蒸留プロセスに供給してさらに精製する。蒸留プロセス390は通常所望の製品である C_2H_4 および一般的に廃棄物である C_2H_6 を生成する。その C_2H_6 は C_2 クラッカー392にフィードバックされ、その生産物をプリプロセッサ388に供給してさらに生成する。 C_2 クラッカー392を介した蒸留プロセス390からのフィードバックはリサイクルプロセスである。従って、領域382用のモデルは、図7 (a) に示されるように入力および出力が相互接続された、原材料ソース384、プリプロセッサ388、蒸留プロセス390、および C_2 クラッカー392用の別々のモデルを有しても良い。即ち、各構成要素モデルは図7 (a) に示される方法で他の構成要素モデルの入力および出力と結合し、領域382用のモデルを形成しても良い。勿論、その他の領域380, 381は相互接続された入力および出力を有する他の構成要素モデルを有することが可能である。これらのモデルは外部データソースと関連するプロセッサ内に実現されても良く、出力、例えば効率等を総合システムに供与しても良い。逆に、それらのモデルは総合システム内に実現され、一または複数の外部データソースからデータを受信しても良い。

【0082】

さて図7 (b) を参照すると、蒸留プロセス390用の構成要素モデルがさらに詳細に図示されており、頂上部400Tおよび底辺部400Bを有する蒸留コラム400を含んでいる。蒸留コラム400への入力403は圧力および温度の指標であり、図7 (a) に示されるプリプロセッサ388用のモデルの出力と結合されても良い。しかしながら、この入力はおペレータにより設定されたり、またはプラント10内で実際に測定された入力または変数に基づいて設定されたりする。一般的に言えば、蒸留コラム400は底に配置される複数のプレートを有し、蒸留プロセス中、それらのプレートの間を移動する。 C_2H_4 はコラム400の頂上部400Tから生産され、還流ドラム402はこの物質の一部をコラム400の頂上部400Tに戻す。 C_2H_6 は、通常、コラム400の底辺部から排出されている。また、リボイラ404はポリプロピレンをコラム400の底辺部400Bにポンプで流入しその蒸留プロセスを助ける。勿論、もし所望ならば、蒸留プロセス390のモデルは、図7 (b) に示されているように入力および出力を相互接続させた、蒸留コラム400、還流ドラム402、およびリボイラ404等用の構成要素モデルからなり、蒸留プロセス390用の構成要素モデルを形成しても良い。

【0083】

上述したように、蒸留プロセス390用の構成要素モデルは領域382用のモデルの一部として実行されても良く、または他のどのようなモデルからも別々にそして離れて実行されても構わない。特に、蒸留コラム400への入力403および／または出力 C_2H_4 および C_2H_6 は実際に測定することが可能であり、これらの測定値は、後述するように複数の方法で蒸留プロセス390のモデル内で利用し得る。一つの実施例においては、蒸留プロセス390のモデルの入力および出力は測定され、蒸留プロセス390のモデルに関連する他の要因またはパラメータ（例えば、蒸留コラム効率等）を決定するのに利用され、蒸留プロセス390のそのモデルがさらに正確にプラント10内の実際のコラムの働きと一致するようにする。蒸留プロセス390のモデルは、さらに、大規模モデル、例えば領域モデルまたはプラントモデルの一部として、計算されたパラメータを用いて利用され得る。あるいはまたは加えて、計算されたパラメータを有する蒸留プロセス390のモデルは、仮想センサ測定値を測定するために、またはプラント10内の実際のセンサ測定値が間違っているかどうかを判断するために利用され得る。決定されたパラメータを有する蒸留プロセス390のモデルは、また、制御最適化調査または資産活用最適化調査等を実行するために利用され得る。また、構成要素モデルは、プラント10内で発達する問題を検出して分離するために利用され得るか、またはプラント10への変更がプラント10の最

適化パラメータの選定にどのように影響を与えるかを理解するために利用され得る。

【0084】

もし所望ならば、特定のモデルまたは構成モデルがそのモデルに関連するパラメータの数値を決定するために実行され得る。これらのパラメータ、例えば効率パラメータの一部または全ては、そのモデルの状況内で技術者にとり何か意味し得るが、プラント10内では一般的に測定不可能である。さらに詳細には、構成モデルは通常数学的に式 $Y = F(X, P)$ で表され、その式において、そのモデルの出力 Y は入力 X および一組のモデルパラメータ P の関数である。図7(b)の蒸留プロセス390の蒸留コラムモデルの例においては、エキスパートシステムは、実際のプラントから、そのモデルが属する構成要素への入力 X またはそれからの出力 Y を示すデータ（例えば、毎時間、10分毎に、および一分毎等）を周期的に収集し得る。それから、時々、回帰分析法、例えば最大公算法、最小二乗法、または他の任意の回帰分析法が、そのモデルおよび複数の組の測定された入力および出力を利用して実行され、複数の組の測定されたデータを基にして未知のモデルパラメータ P の最良適合値を決定し得る。この方法で、どのような特定のモデルのモデルパラメータ P は実際のまたは測定された入力および出力を利用して決定され、そのモデルをモデル化される実体と調整し得る。勿論、このプロセスはプラント10内で用いられる任意のまたは全ての構成要素モデルに実行することができ、任意の適切な数の測定された入力および出力を用いて実行することができる。また、収集されたデータ、またはこのデータから計算された情報はデータ収集および分配システム102に供与されても良く、これらのモデルおよびこれらのモデルよりモデル化された要素等を反映するモジュール内で利用されても構わない。

【0085】

何れにせよ、これらの構成要素モデルまたはこれらのモデルにより収集されたかまたは生成されたデータを利用して、資産活用スイート50は、決定されたモデルパラメータの数値（および／またはモデル入力および出力）を時間に対してプロットすることにより、資産性能監視を実行することができる。また、それらのモデルはデータソースまたは資産活用スイート50のどちらかで実行されようと潜在的な故障センサを検出することができる。もし、一または複数のセンサが高値のエラー、そうでなければ、それに関連して許容することができないエラーを有しているような場合、資産活用スイート50は保守要員および／またはプロセス制御オペレータのその故障センサを通知する。

上述したように、どのような特定のモデルに関連するパラメータ、入力、出力、または他の変数は、ユニット、領域、またはプロセスもしくはプラントの他の任意の構成要素の性能監視を供与するために格納され追跡され得る。もし所望ならば、二つ以上のこれらの変数を、その構成要素の性能の尺度を提供するために、共に追跡するかまたは監視し得る。

【0086】

資産活用スイート50はモデルパラメータまたは他のモデル変数に基づいて一または複数の構成要素を監視することができ、これらの構成要素の動作状態または性能測定値を、プロセス制御プラント10内の他の所望の任意の人、機能、またはアプリケーション、例えばプロセス制御エキスパートシステム、保守要員、ビジネスアプリケーション、およびユーザーインターフェイスルーチン等に報告する事が可能である。勿論、資産活用スイート50は、所望の任意の構成要素を、各構成要素に対して一、二、三または所望の他の任意の数のパラメータまたは変数に基づいて性能または状態監視を実行し得る。この性能監視に用いられる変数またはパラメータの種類および数は、一般的に、そのプロセスに通じたエキスパートにより決定され、監視される構成要素の種類に基づくであろう。

【0087】

もし所望ならば、資産活用スイート50、またはより詳細には状態監視アプリケーション240は、上述されたモデルにより決定される一または複数のパラメータを、モデル化される構成要素の設計パラメータに準じて実行されたモデルにより決定された同じパラメータと比較することにより、性能指標またはプロットを規定し得る。特に、資産活用スイート50は、プラント10内の構成要素のモデルが属する設計パラメータを利用してそのモ

デルを実行し、もしその構成要素が現在の状態のプロセスに準じて動作し、そしてプラント10内で測定されるその構成要素への入力を用いた場合、その構成要素の設計された性能はどのようになるのかを判断し得る。さらに、この設計性能は、その構成要素用の構成要素モデルにより決定されるその構成要素の実際の性能と、あるいはその構成要素の測定された入力および出力により決定されるその構成要素の実際の性能と比較されその構成要素の性能の尺度を生成することが可能である。

【0088】

また、構成要素モデルは、プロセス最適化を実行するために利用され得る。特に、資産活用スイート50は、個々の構成要素モデルを実行する、一または複数の最適化ルーチンを利用して、ビジネスアプリケーションを介して、例えばプロセス制御オペレータまたはビジネスパーソンにより提供される幾つかの最適化判定基準によって、プラントの稼動を最適化し得る。オブチマイザは実時間のプチマイザであることが可能であり、実時間で動作してその時のプラント10の実際の状態に基づいてプラント10を最適化する。あるいはまたは加えて、オブチマイザはプラント10に起きる変化、例えばあるデバイスまたはユニットをオンラインに戻すことがプラント10の最も最適な状態を提供するか判断し得る。勿論、他の種類の最適化ルーチンが本明細書で言及したものに代ってまたはそれらに付け加えて実行されても良い。

【0089】

上記説明の結果として、モデルを利用すると、ビジネスアプリケーション、プロセス制御アプリケーション、および資産保守および性能監視アプリケーションのための複数の新しい種類のデータまたは情報が提供される。特に、モデルは性能監視を実行するのに利用することが可能であると共に、プラント内のデバイス、ユニット、および領域等の相対的な性能を示す性能指標を生成するために利用可能である。この性能指標とは、構成要素の本来可能な性能に対するその構成要素の性能の尺度であり得る。さらに、上述したデバイスモデルおよびユニットモデルと同様のモデルをプロセス制御構成要素、例えばループおよびユニット用に作成して実行でき、これらの種類の実際の性能測定および最適化の判断基準を提供することもまた可能である。また、上述したように、場合によっては、モデルはあるデバイスまたは他の構成要素の調子を測定するかまたは指摘することに利用しても良く、これらの構成要素を表す調子指標を提供することに利用されても構わない。例えば、あるモデルに用いられている回帰解析により決定されるある入力および出力センサのエラー測定は、それらのデバイスの調子の指標として利用し得るし、あるいはそれに変換され得る。また、プロセス制御装置が他に手に入れられない他の情報、例えばモデルを基にしたモデルパラメータおよび仮想センサ測定は、プロセス制御装置またはビジネスパーソンが利用できるように複数の方法で提供され得る。

【0090】

性能指標および調子指標以外に、資産活用スイート50は指標生成ルーチンを支援し、他の種類の指標、例えば活用指標および変動性指標を作成する。変動性指標は、デバイス、ループ、およびユニットへのもしくはそれらからの信号、またはそれらに関連する他のパラメータが、この信号もしくはパラメータの予測変動量と比較してどの程度変動するかを示す。この変動指標を作成するために必要なデータは、データ収集および分配システム102を介して、資産活用スイート50により収集され、所望または都合の良い任意の時間に指標生成ルーチンに供与し得る。勿論、信号またはパラメータの正常な量の変動を、その実体に詳しい製造業者、技術者、オペレータ、または保守要員により設定されても良く、あるいはそのプラント内のその構成要素または他の同様の構成要素に関連する統計的測定値（例えば、平均値および標準偏差等）を基準にしても構わなく、この正常のまたは予想される変動は指標生成ルーチンにより格納され得るか、またはその中で更新され得る。

【0091】

活用指標は、何れの形式であっても、個々のループまたは他の構成要素の活用を追跡または反映し、これらの構成要素が以前決定されたベンチマークまたは動作目標に基づいて使用されているかどうかに関する指標を提供し得る。活用指標はその実際のデバイスの測定

された活用時間を基づいて生成され得る。例えば、デバイスは所望の活用時間と比較してプロセス内でどれくらいの頻度で使われたかに関して測定される。活用指標は設計されたように使用されていないループなどを識別し得る。

【0092】

上述したように、ユーザインターフェイスルーチン244はグラフィカルユーザインターフェイス（GUI）を提供し、それは本明細書で記述される資産活用スイート50と一体化されており、資産活用スイート50により提供される多種の資産活用能力を用いてユーザとの相互作用を容易にする。しかしながら、より詳細にGUIを説明する前に、GUIは適切な任意のプログラム言語および技術を利用して実現される一または複数のソフトウェアルーチンを有し得る、ということを確認するべきである。さらに、GUIを構成するソフトウェアルーチンは単一処理ステーションまたはユニット、例えばプラント10内のワークステーションおよび制御装置等格納されると共に処理されても良く、あるいはそのGUIのソフトウェアルーチンは複数の処理ユニットを利用して分散型方法で格納されるときにも実行されても構わなく、それらのユニットは資産活用システム内において互いに通信可能に結合されている。また、GUIによりスクリーンの内の一部を作成するのに用いられるデータは、データ収集および分配システム102を介して外部データソースからアクセスし得る。

好ましくはしかし必要というわけではないが、GUIは良く知られたウィンドウ式の構造および外見を利用して実現されても良く、そこでは、複数の相互リンクしたグラフィカルビューまたはページが一または複数のプルダウンメニューを有しており、ユーザがそれらのページ全体に亘って所望の方法でナビゲートし、特定の種類の情報を閲覧および／または検索するのを可能にする。上述された資産活用スイート50の特徴および／または能力は、そのGUIの一または複数の対応するページ、ビュー、または表示を介して、表示され、アクセスされ、および呼び出され得る。さらに、GUIを構成する多種の表示は論理的方法で相互リンクされ、ユーザが素早く且つ直感的に表示の全体に亘ってナビゲートするのを容易にし、特定の種類の情報を検索するか、または資料活用スイート50の特定の能力にアクセスおよび／もしくはそれと呼び出す。

【0093】

一つの実施例においては、図5と同様に、GUIは一組のまたは一連の階層構造式的表示を実行または提供し得るし、そこでは、プロセス制御システムの性質についてのより基本的情報または共通情報（例えば、そのプラント内の領域のループ、デバイス、制御装置ルーチン性能監視アプリケーション等）が、さらに高レベルの表示において、ある方法で表示される。さらに、高レベルの表示内の特定の情報をのどれかを選択またはクリックすることによりアクセスし得る一連の次に低レベルの表示は、制御ルーチン、保守ルーチン、プロセス制御装置の相互接続、その他に、実際の性能測定、アラームおよび問題等のようなプロセス制御ルーチン活動、性能リコメンデーションおよび性能予測等のような性能測定、ならびにプラント内で発生する問題等のような保守情報についてのさらなる情報を提供し得る。さらに、他の低レベルの表示は、それらの表示内の要素に伝のさらなる情報を提供し得る。一般的に、そのような階層構造式的表示は、ユーザがその表示の低レベルに掘り進んでいくかまたはそこに進んでいくと、プロセス制御活動および保守活動の他にプロセス性能活動の観点から、特定の領域およびループ等ならびにそれらに関する問題についてのさらなる情報を提供する。

【0094】

一般的に言えば、本明細書で記述されるGUIはプロセス制御領域、ループ、およびデバイス等の直感的なグラフィカル描画または表示を提供する。これらのグラフィカル表示は、それぞれ数値状況および性能指標（その幾つかまたは全ては上で記述した指標生成ルーチンにより生成され得る）を有しても良く、それらはそのGUIにより表示される特定のビューに関連している。例えば、プロセス制御領域を描画する表示はその領域（即ち、装置階層構造の特定のレベルでのプロセス制御システムの特定の部分）の状況および性能を反映する一組の指標を提供し得る。これに反して、ループを描画する表示はその特定のル

ープに関連する一組の状況指標および性能指標を提供し得る。何れにしろ、ユーザは任意のビュー、ページ、または表示内に示される指標を利用して、その表示内に描画される任意のデバイスおよびループ等内に問題が存在するかどうかを素早く評価し得る。

【0095】

加えて、本明細書で記述されるGUIは、自動的に、またはユーザの要求に応答して、保守情報をそのユーザに提供し得る。保守情報は資産活用スイート50の任意の部分により提供され得る。同様に、GUIはアラーム情報およびプロセス制御情報等を表示し得るし、それはまた資産活用スイート50により提供され得る。また、GUIはプラント10内で発生したかまたは発生しようとしている問題に関連して、メッセージをユーザに提供し得る。これらのメッセージは、その問題を記述するグラフィカルおよび／またはテキスト情報を有しており、現在の問題を回避するために実現し得る可能な変更または潜在的な問題を避けるために実現し得る可能な変更を提案し、そして、問題を解決するためまたは避けるために遂行され得る行動計画を記述する等行なう。

【0096】

また、本明細書で記述されるGUIは、自動的に、またはユーザの要求に応答して、プロセス性能情報をそのユーザに提供し得る。プロセス性能情報は資産活用スイート50の任意の部分により提供され得る。そのような性能データまたは性能情報は、性能尺度、予測、または性能を変更するためにプロセスに与える変更についてのユーザへのリコメンデーションであっても良く、システム等により現在利用されている性能目標を入力または表示することであっても良い。

【0097】

図8はGUIにより表示され得るプロセス制御システム内のユニット500を示す画面の表示の一例である。図8に示されるように、ユニット500は複数のデバイス、例えばバルブ、ポンプ、および温度トランスミッタ等を備えており、それらの全ては示されているようにグラフィックスで描画され得る。加えて、その表示は線、矢印、および多種のデバイス間の論理的および物理的な相互接続を表す別の印をさらに有し得る。勿論、プロセス制御システム（またはプロセス制御システムの一部）のそのようなグラフィカル表現はその分野においては周知の事であり、従ってこれらのグラフィカル表現または表示を実現する方法については本明細書においてはこれ以上詳しくは記述しない。

【0098】

また、図8に示されるGUI表示は、複数の指標名および数値550を有している。特に、指標名および数値550は、性能指標、調子指標、変動指標、および活用指標を有しており、それらの全ては、資産活用スイート50およびその指標生成ルーチンに関連して、既に簡単に説明されている。指標名および数値550は、示されている表形式または所望の他のどのような形式でも表示され得る。指標名および数値550はユニット500全体の性能および状況を表しており、従って示される指標数値は、ユニット500を構成している副ユニットおよび／またはデバイスのそれぞれと関連する指標数値またはフィールドで構成されていることが好ましいが必要ということではない。

【0099】

GUI、および、それにより資材情報、プロセス制御情報、保守情報、診断情報、性能情報、または他の種類の任意の情報がユーザに表示される方法を説明する前に、性能指標および状況指標が生成される方法について以下に簡単に説明する。また、性能指標、調子指標、変動指標、および活用指標が、GUIの多種の表示に関連して、本明細書において詳細に説明されているが、追加のおよび／または異なる指標が資産活用スイート50により生成されGUIを介して表示され得る、ということは認識すべきである。GUIにより表示される幾つかのまたは全てのデータが外部データソースからであり得る、ということもまた理解されるであろう。

【0100】

一般的に、指標生成ルーチンにより生成されGUIを介して表示される指標は、個々のデバイス用に、デバイスの論理的なおよび／または物理的なグループ分け用に、論理的なプ

ロセス（例えば、制御ループ）用に、ならびにプロセス装置の論理的なグループ分け、例えばユニットおよび領域用等に計算され得る。換言すれば、指標は、原則的には、プロセス制御システム、またはさらに一般的には、一または複数のプロセス制御システムを備え得る資産活用システムの装置および論理的ヒエラルキのそれぞれのレベルにおいて計算され得る。しかしながら、特定の指標の意味は、その指標が生成され表示された状況（即ち、その指標がデバイスおよび／またはパラメータの論理的または物理的グループ分けに対応しているかどうか）に依存し得るし、それが表示されるヒエラルキのレベルに依存し得る。例えば、装置のヒエラルキの低レベルにおいては、指標は物理的デバイス、例えばバルブ、温度センサ、およびアクチュエータ等に対応する。従って、各デバイスは一組の独自の指標を有し得るし、それらは、そのデバイスが生産されたときにそのデバイス内に格納された情報に基づいて、そのデバイス内またはそのデバイスのために生成され得る。従って、各デバイスは、必要があれば、そのヒエラルキのさらに高レベルおよび資産活用スイート50に、その指標を提供し得る。

【0101】

同様に、ユニットまたはループは、それぞれ一または複数のデバイスまたは機能ブロックから構成されており、一組の独自の指標を有し得る。勿論、一または複数の性能指標、調子指標、変動指標、および活用指標の計算が、全てのレベルの論理的ヒエラルキおよび装置ヒエラルキに対して、適切あり、要求され、または役に立つということはある得ない。これらの指標のどれかまたは全ては、そのシステムのデバイスまたは他の構成要素の調子を示し得る。例えば、あるデバイスの調子指標（HI）はそのデバイスの過去の使用に基づき得る。特に、そのデバイス製造業者はそのデバイス内にそのデバイスのライフサイクルに関連する情報を格納する場合があります、そのデバイスの使用時間およびそのデバイスに与えられた環境影響に基づいて、そのデバイスはライフサイクル曲線のどの程度にそのデバイスが達しているか（即ち、老化）を判断し得る。デバイス製造業者はデバイスをプログラムして、HI値を提供しても良く、その数値はそのデバイスのライフサイクルの現在の状況を示す。例えば、ストローク式のバルブは250,000回の全ストロークサイクルの予想寿命動作ライフサイクルを有し得るし、そのストロークバルブデバイスは通常スマートフィールドデバイスであり、その製造業者は、生涯動作ストロークの数を、そのバルブが現在達しているストロークの数と共にそのメモリ内に格納している。従って、HI値が、良好、保守が直ぐ必要（NMS）、および保守が今必要（NMN）の範囲である場合、生成されたHI値は、0から250,000までの範囲のストローク数を基準にし得る。勿論、HI値とライフサイクル特性（例えばストローク）との正確な関係は線形ではあり得ない。それと反対に、多くのライフサイクル特性は指数特性に従い、それにより、デバイス性能／動作の故障および劣化は、時間が過ぎるのに従いおよびストロークが増えるに従ってさらに急激に進行する。勿論、デバイスの現在検出された状態およびそのデバイスがどの程度良好に動作しているかに基づいて、そのデバイスのHIを規定するまたはそれを計算する複数の他の方法がある。これに引き換え、ループのHIはそのループを構成する機能ブロックに基づくのが好ましいがそれが必要というわけではない。

【0102】

同様に、ループレベル、領域レベル、およびユニットレベル用に計算されたUIは特定の資産（例えば、ループ）が、その能力または所望の活用と比較して、どの程度利用されているかを表す。例えば、UI値は、ループが設計されているように制御を実行するために利用されている時間量に基づき得る。

【0103】

図9はグラフィカル表示の一例であり、GUIにより提供され、ユーザがプラント10内のプロセス領域の動作状況および性能を素早く解析することを可能にする。図9に示されているように、GUIはプロセス領域600内の物理的装置（そして、それらの間の相互接続）をグラフィックスで描画し得る。勿論、プロセス領域が図9に示されているGUI表示内に描画されているが、プラント10の他の任意の部分、例えばユニット、副ユニット、ループ、およびデバイス等が同じまたは同様な結果を達成するために代りに示され得る。

、ということは認識すべきである。何れにしても、プロセス領域600は、一対のタンク、複数の温度トランスミッタ、圧力トランスミッタ、およびフロートトランスミッタ等、ならびにパイプを有するように描画されており、それらの全ては図9に示されるように相互接続され得る。さらに、物理的デバイスは、それぞれプラント10内でそのデバイスを一意に識別する、関連する英数字の識別子（例えば、TT-394）と共に表示され得るし、またユーザがそのデバイスに関連する感知パラメータの状況を素早く判断することを可能にするグラフィック計測器またはゲージ（即ち、部分的に陰を施した汎円形の特徴物）と共に表示され得る。例えば、GUIは温度トランスミッタに関連するグラフィック計測器またはゲージを表示し得るし、その温度トランスミッタで現在感知される温度に基づきその計測器に多少影をつけ得る。重要なことは、一または複数のVI値、HI値、UI値、およびPI値が領域600内で示される一または複数のデバイスのために表示され得るということである。例示のみに於いて、領域600内のタンク610に接続されている複数のデバイスのためのHI値が表示される。しかしながら、さらに多いまたはさらに少ないHI値を、もし所望ならば、表示することは可能である。加えて、異なる指標数値または指標数値のグループを、もし所望ならば、領域600内に現れる任意のデバイスのために表示し得る。図9に示される表示から認識できるように、ユーザは領域が適切に機能し、継続して適切に機能するかどうかを素早く確認することができる。さらに、ユーザは、また、注意を必要とし得るしおよび／または特定の問題を引き起こし得るデバイス、ユニット、および副ユニット等を素早く識別することができる。

【0104】

ユーザはプラント内のだんだんと低レベルの構成要素を継続的に閲覧し、これらの異なる構成要素またはビューのそれぞれと関連する指標についての情報を供与され得る、ということとは理解されるであろう。従って、例えば、ユーザはプラントのビューを閲覧し、そのプラントの特定の一組の指標を閲覧し得る。さらに、そのユーザは、一つの領域に集中、例えばそのプラントビュー内の一つの領域をクリックして、その領域に関連する指標を閲覧し得る。同様に、表示された領域内のユニットをクリックして異なるユニットの指標を閲覧し得る。同様に、ループ、副ユニット、およびデバイス等の指標が、さらに、これらの構成要素が位置しているある構成要素のビューからこれらの異なる構成要素に焦点を合わせることにより閲覧し得る。この方法により、ユーザは、プラントの任意の点またはレベルにおいて、予想した指標よりも低い（または高い）原因を素早く突き止めることができる。勿論、そのシステムの表示されたデータの幾つかは、データ収集および分配システム102を介して外部データソースから受信したデータに基づいたものであるか、あるいはそれらから発展したものである。

【0105】

図10はGUIにより提供されユーザが領域600内で利用される任意のデバイスに関連した監査証跡情報を閲覧するのを可能にし得る表示画面の一例である。一例として、ユーザは所与のデバイスもしくはその英数字識別子をクリックするのにマウスを用いて、またはもう一つの方法として、キーボードを介してその識別子を入力して、そのデバイスのポップアップ監査証跡ウインドウを要求し得る。この方法で、ユーザは、不適切なまたは受け入れられない指標数値が、そのデバイスを適切にまたは適時に校正するのに失敗したことなく関連があるか、および、デバイスが適切に設定されているかまたは全く設定されていないかなどを、判断するために監査証跡情報を利用することができる。

【0106】

図11はGUIにより提供されユーザが領域600内の特定のデバイスの一または複数の指標を生成するのに利用され得るデータのさらに詳細な解析を実行するのを可能にし得るか、または状態監視を実行するのを可能にし得る表示画面の一例である。この例では、モータ675の振動分析がポップアップウインドウ680に表示されている。ユーザはモータ675により影響されるユニットの異常に高いまたは異常に低い指標数値に反応してそのようなポップアップウインドウを要求しても良く、および／または、もしそのモータに関連する指標数値が起り得る問題を示した場合にそのウインドウを要求しても構わない

。さらに、もし所望ならば、GUIは一または複数の異常指標数値を有するデバイスおよびユニット等の詳細なデータ分析を有するそのようなポップアップウィンドウを自動的に提供し得る。

【0107】

図12はGUIにより提供されユーザがプラント10内のアラーム情報および状態等を素早く調査するのを可能にし得る表示画面の一例である。プラント10の高レベルグラフィカルビュー750は一または複数の保留のアラームを有するアラームバナー760を備える。アラームバナー内の各アラームは、そのデバイスまたはそのアラームもしくはイベントを生成する他の構成要素に一意に関連する英数字標識を用いて表され得る。加えて、バナー760内の各アラームは、また、情報ボタン770を有しても良く、それはユーザにより選択され、その特定のアラームに関連するさらに詳細な情報を有するポップアップウィンドウ775を生成する。さらに、そのユーザは、また、特定のアラームが発生しているデバイス用の英数字呼出子を選択して、そのアラームの可能性のある原因を調査することができる。英数字呼出子が選択されると、GUIによりポップアップウィンドウ780が提供され得る。ポップアップウィンドウ780は一または複数の応答カテゴリー785を提供し、ユーザが特定のアラームに対する処置方法、およびそのアラームに対し処置を施す時間枠を理解するのを容易にし得る。一例として、ポップアップウィンドウ780は、特定のデバイスはもはや通信していないこと、そのデバイスは故障していること、そのデバイスは早急に保守が必要である、またはそのデバイスは保守もしくは他の手当てが直ぐに必要であると指摘し得る。勿論、より少ないおよび／または異なる応答カテゴリーが代わりに用いられても良い。この時点で、GUIにより生成されるアラーム表示は総合表示であっても良く、それは米国特許出願連続番号第09／707, 580号(2000年11月7日に出願された)に開示されており、ここで明白に、それを本文において引用することにより援用する。また、一般的にこのアラーム表示はプロセスアラームおよびプロセスアラートの他に、保守アラームおよび保守アラートのような他の種類のアラームを示しても良い。さらに、プロセス性能アラームは劣化したプロセス性能に関連するアラームを示すために表示されても良い。さらに、そのアラームについての情報、例えばそのアラームバナーのフィールド775に提供されている特定の情報がそのアラームと共にGUIまたは資産活用スイート50に送信されても良い。理解されるように、アラーム情報およびアラート情報は図3～図6に関連して上で指摘された方法で外部データソースからくるものでも良い。

【0108】

図13および図14はGUIにより作成され制御性能、制御活用、デバイス調子、またはプロセス性能に関連する追加の情報を提供する表示画面をさらに示している。特に、図13を参照すると、その左側はプロセス制御プラントについてのヒエラルキ情報を有するツリー構造を示しており、Delta Vシステム(それは制御装置システムである)、「領域A」、および「Pro-Plus」領域の他に、そのプロセス制御プラント内の追加のさらに高レベル要素もまた含まれている。これらの要素の幾つか、例えばDelta Vシステムを選択すると、それらのデバイスもしくは制御システム、またはその選択された要素の他の性能特性に関連する情報がさらなる提供される。図13の右手側には、エキスパートエンジンが選択されたDelta Vシステムの診断に関連する情報を収集して表示しており、これには、不正確なモード内であるモジュール(この場合42)の数、制限された制御の徴候を示しているモジュールの数、入力／出力問題を有しているモジュールの数、および大きな変動を有しているモジュールの数が含まれる。かさねて、このスクリーンを作成するのに用いられるデータは本明細書で記述されるデータ収集および分配システムを介して外部データソースから取得しても良い。さらにまた、制御データ、デバイスデータ、および性能データから展開される、制御性能尺度、制御活用尺度、デバイス調子尺度、およびプロセス性能尺度が図12の表示の底辺部に図示されている。

【0109】

図14を参照すると、不良入力／出力を有するモジュールに関して、同じシステムについ

でのさらなる情報もう一つの低レベル表示として表示されている。ここで、その表示の右側は特定のモジュール名およびそれぞれが不良入力を有した時間パーセンテージを示している。また、このスクリーンは、生成されたアラームのリストを示すと共に、ブロック A I 1 はデバイス故障により不良入力の時間パーセンテージが 1 0 0 % になっていることからブロック A I 1 のアラームが存在していることを示す。また、この表示は、そのデバイスは早急に保守が必要であると示す。勿論、これらのおよび他の種類のユーザインターフェイススクリーンがデバイス調子、変動、および状況等に関連する情報のどれかまたは全てに対して提供されることが可能である。図 1 3 および図 1 4 の表示は、例えば米国特許出願連続番号第 0 9 / 2 5 6 , 5 8 5 号および第 0 9 / 4 9 9 , 4 4 5 号に開示されている診断制御ルーチンにより生成され得る。

【 0 1 1 0 】

図 1 5 は、G U I により提供され、ユーザが作業指示生成ルーチン 2 7 0 によって自動的に生成され得る作業指示を追跡することを可能にするもう一つの表示画面の一例である。資産活用スイート 5 0 は、データを作業指示生成ルーチン 2 7 0 に提供し、そのルーチンは、資産活用スイート 5 0 および／または資産活用スイート 5 0 と G U I を介して作業するユーザにより発見されるかまたは認識される問題および潜在的問題に応答して、そのルーチンに自動的に作業指示を生成させ得る。例えば、資産活用スイート 5 0 は、内部データソースおよび外部データソースから診断情報および保守要求等を受信し、応答において、保守システムに作業指示を生成させ、保守要員にその診断情報に関連する一または複数の問題の手当てをするように要求し得る。勿論、生成された作業指示の詳細は、検出される問題の種類または状態、ならびにその問題を解決するのに利用される標準形式、例えば部品および供給品等を注文する形式に依存する。

【 0 1 1 1 】

また、作業指示生成ルーチン 2 7 0 はビジネスツービジネス通信機能を有し、それは、プラント 1 0 内で検出された実際のまたは予測される問題に基づき、オペレータまたは保守要員の介入によりまたはその介入なしで、サプライヤーまたは他のビジネスと自動的に通信し、部品および供給等を注文することが可能である。さらに詳細には、ルーチン 2 7 0 は、資産活用スイート 5 0 または任意のデータ解析ツール、例えば回転装置解析ツールにより提供されるデータまたはそれらにより作成される予測に基づく、デバイスまたは他の構成要素の現在の問題および予測される将来の問題の通知を受信することが可能である。ルーチン 2 7 0 は、それから、自動的に、例えば、インターネット、電話、または他の通信接続を介してサプライヤーと接続し、そのデバイスの交換が必要となる前に、部品、装置、または供給品をプラント 1 0 に配送するように注文する。この方法により、作業指示生成ルーチン 2 7 0 は一時停止時間を制限し、問題が実際に生じた場合に、その問題を解決するための部品、装置、または供給品を待つ必要性により生じる一時停止時間がほとんどないかまたは全くないことを保証するように援助する。この事実は、さらに、プラント 1 0 をより効率的にする。

【 0 1 1 2 】

図 1 6 を参照すると、G U I は他のスクリーンをユーザに提供し、現在または将来の問題、例えば予期される問題を示し、それらは、資産活用スイート 5 0 またはプラント 1 0 内の任意のデータ分析ツール、例えば遠隔データソースに関連するデータ分析ツールにより検出され得る。特に、図 1 6 は、図 1 の振動解析プログラム 2 3 によって実行される回転デバイス内の要素、例えば軸の振動のスペクトルのプロット、およびこれらのプロットに基づき解析ツールにより検出される状態または問題を図示している。もちろん、データ解析ツールの結果に基づく回転または他のデバイスの他の状態もまた表示され得る。また、これらのツールの結果は、作業指示生成ルーチン 2 7 0 に自動的に置換部品を注文させ、ならびに／またはプラント 1 0 内で実行される作業（例えば修理もしくは保守）を指示もしくはスケジュールさせるために利用されることが可能である。

【 0 1 1 3 】

データ収集および分配システム 1 0 2、資産活用スイート 5 0、および他のプロセス要素

が、望ましくは、ソフトウェアに実現されるように述べられてきたが、それらは、ハードウェアおよびファームウェア等にも実現されても良く、プロセス制御システム10に関連する他の任意の制御装置により実現されても構わない。従って、本明細書で述べられた要素は標準多目的型CPUに、または特別に設計されたハードウェアもしくはファームウェア、例えば特定用途向け集積回路(ASIC)に、または所望の他のハードワイヤードデバイスに実現されても良い。ソフトウェアに実現される場合、ソフトウェアルーチンは、任意のコンピュータ読み取り可能メモリ、例えば、磁気ディスク、レーザーディスク、または他の記憶媒体に、コンピュータもしくはプロセッサのRAMもしくはROMに、および任意のデータベースなどに格納されても良い。同様に、このソフトウェアは、任意の公知のまたは所望の搬送方法、例えば、コンピュータ読み取り可能ディスクもしくは他の移動可能なコンピュータ格納メカニズム、または通信チャネル、例えば電話回線およびインターネットなどを介して、ユーザまたはプロセス制御プラントに搬送され得る(それは、移動可能な格納媒体を介してそのようなソフトウェアを提供することと同じかまたは交換可能としてみられている)。また、スイート50は、おそらくルールベースエキスパートであるかまたはそれを利用しているように記述されているが、他の公知のデータマイニング技術を利用する他の種類のエキスパートエンジンも同様に利用することは可能である。従って、本発明は、例示のみを意図し、本発明を制限することを意図していない特定の例を引用して記述されてきているが、変更、追加、又は削除が、本発明の精神および範疇から逸脱することなく、開示された実施例に対して加えられても良いことは、当業者にとって明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】データを受信し、一または複数のデータ収集および分配ステーションに送信するように構成される、複数の装置およびプロセス監視デバイスを有している、プロセス制御プラントのブロックダイアグラム図であり、この情報を監視ルーチンおよび診断ルーチンに送信し、収集されたデータを利用してプロセス制御プラント内で複数の恩恵を提供する。

【図2】多種のデータソースとこのデータを組み合わせて多種の機能を実行するアプリケーションとの間のデータフローを図示する機能ダイアグラム図である。

【図3】装置監視データ、プロセスデバイス監視データ、およびプロセス性能監視データの複数のソースからデータ収集および分配システムへのデータフローを図示するさらに詳細なデータフローダイアグラム図であり、このデータは、それから、資産利用および生産計画スイートに提供され、収集されたデータは統合されてプロセス制御プラントのさらに完全な見解、および/または診断を作成する。

【図4】複数の異なるデータソースに関連するデータ収集および分配システムを実現する、プロセス制御環境の一つの実施例の構造を図示するブロックダイアグラム図である。

【図5】(a) 及び (b) コンフィギュレーションデータベース内の複数のデータソースから収集されるデータを、他のアプリケーションがこのデータを利用できるようにする方法で整理すると共に格納する方法を示している。

【図6】ユーザがデータ収集および分配システムを設定して、図5のコンフィギュレーションシステムに連動して、自動的に収集されたデータをプロセス制御環境内のアプリケーションに提供することを可能にするアプリケーションを図示するダイアグラム図である。

【図7(a)】プラント内の領域の作業をシミュレートするのに利用されるモデルのブロックダイアグラム図である。

【図7(b)】図7(a)の領域モデル内のユニットの動作をシミュレートするのに利用されるモデルのブロックダイアグラム図である。

【図8】異なるデータソースから収集されたデータを利用して、グラフィカルユーザインターフェイスにより表示され得る、プロセス制御システム内のユニットを表す表示の例示の描画である。

【図9】異なるデータソースから収集されたデータを利用して、グラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る例示のグラフィカル表示である。

【図10】ユーザが異なるデータソースから編集された監査証跡情報を見ることを可能にするために、グラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る表示画面の一例である。

【図11】ユーザが異なるデータソースから収集すると共にデバイスのための一または複数の指標を生成するのに利用するデータのさらに詳細な解析を実行することを可能にするためにグラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る表示画面の一例である。

【図12】ユーザがプラント内の情報を素早く調査することを可能にするためにグラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る表示画面のもう一つの例である。

【図13】異なるデータソースから収集されたデータを利用して、ユーザが一または複数のプロセス制御ループ、または他のプロセス制御構成要素の性能および／または状況を解析することを可能にするグラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る診断表示画面の一例である。

【図14】ユーザが一または複数のプロセス制御ループ、または他のプロセス制御構成要素の性能および／または状況を解析することを可能にするグラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る診断表示画面の一例である。

【図15】ユーザが作業命令を追跡または生成することを可能にするために、グラフィカルユーザインターフェイスにより提供され得る表示画面のもう一つの例である。

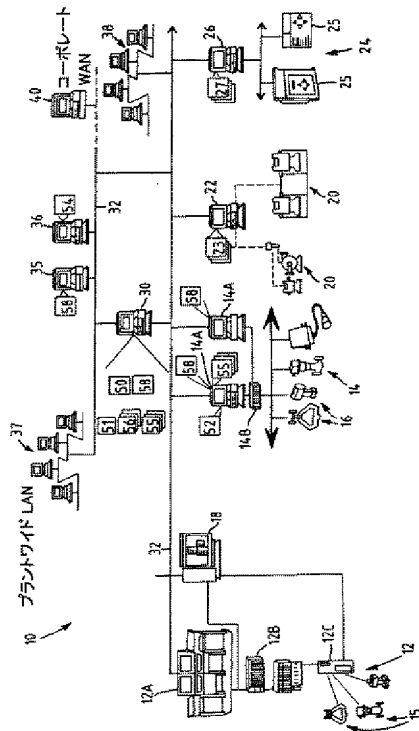
【図16】外部データソースにより生成されて得るロータリデバイス内の素子の振動のスペクトロプロットを示す表示画面を示している。

【符号の説明】

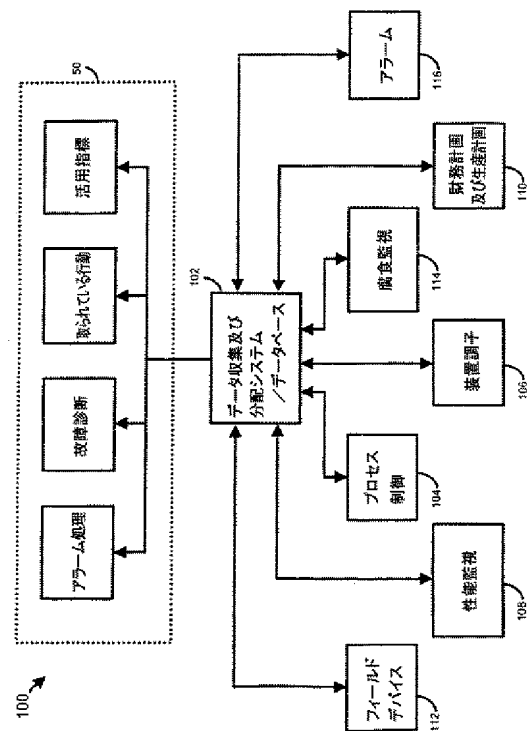
- 10 プロセス制御プラント
- 12, 14 プロセス制御システム
- 50 構成要素活用スイート
- 102 データ収集および分配システム
- 104 プロセス制御データソース
- 106 装置またはプロセス調子データソース
- 108 性能監視データソース
- 110 財務または生産計画データソース
- 112 フィールドデバイス
- 114 腐食監視データソース
- 116 アラームデータソース
- 201 プロセス制御データソース
- 202 装置監視データソース
- 203 プロセス性能データ
- 204 データ収集および調整アプリケーション
- 206 プロセス制御機能ブロック
- 208 プロセス制御装置または制御アプリケーション
- 210 診断アプリケーション
- 212 プロセス制御ヒストリアン
- 214 プロセスモデル
- 220 装置監視機能ブロック
- 222 装置または状態監視
- 224 装置診断アプリケーション
- 226 ヒストリアン
- 228 装置モデル
- 230 プロセス監視機能ブロック
- 231 プロセス性能監視アプリケーション
- 232 性能モデル
- 234 プロセス性能監視ヒストリアン
- 239 機能ブロック

- 240 プラント状態監視アプリケーション
- 242 装置性能スクリーン、生産データスクリーン、状態ダイアグラム表示アプリケーション
- 244 アラームアプリケーション
- 248 ユーザ表示
- 250 診断アプリケーション
- 260 活動アプリケーション
- 262 予測アプリケーション
- 264 フィードバックパス
- 270 作業指示生成アプリケーション
- 273 診断表示
- 274 リコメンデーションスクリーン
- 275 目標生産活用を示すスクリーン
- 276 装置活用を示すスクリーン
- 277 生産計画および財務スクリーン

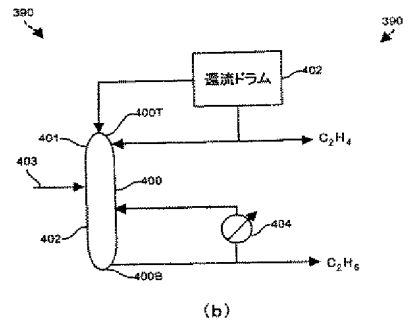
【図1】



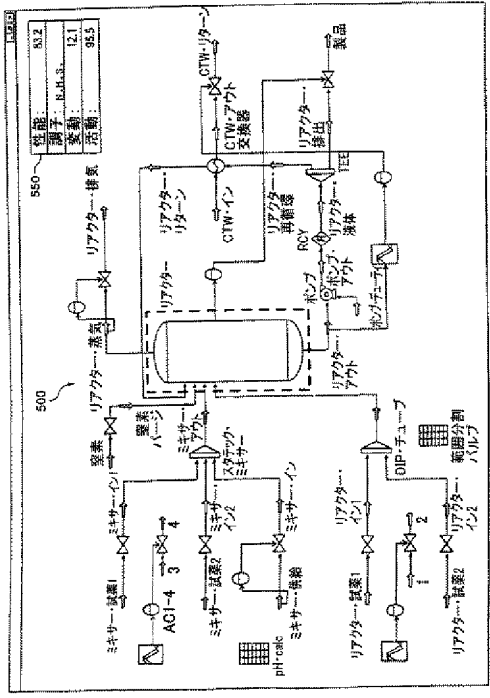
【図2】



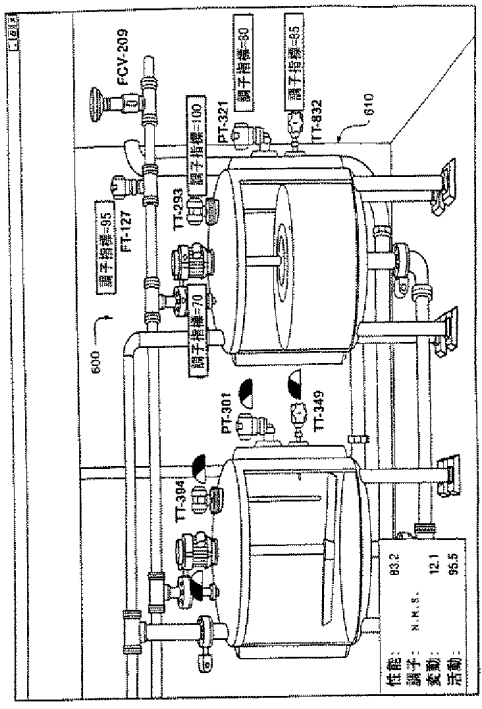
【図7(b)】



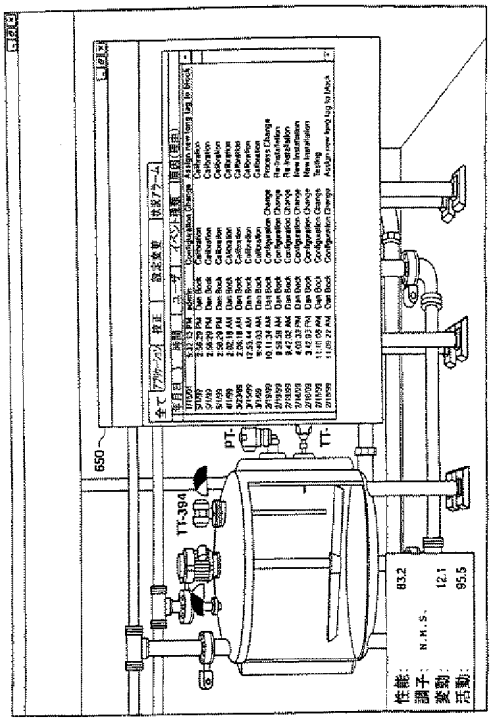
【図8】



【図9】



【図10】



【例15】

678

作業指示書 依頼書 依頼用NOヒラキ付設計書 密着報告 1/27付付送

モデルール

作業指示

PMs

在座

電着

購入

計画

レイバ

カレンダー

リソース

カスタム

アプリケーション

開発

ユーザガイド

作業指示書

依頼書

依頼用NO

設計書

密着報告

1/27付付送

作業指示

PMs

在座

電着

購入

計画

レイバ

カレンダー

リソース

カスタム

アプリケーション

開発

ユーザガイド

作業指示書

依頼書

依頼用NO

設計書

密着報告

1/27付付送

作業指示

PMs

在座

電着

購入

計画

レイバ

カレンダー

リソース

カスタム

アプリケーション

開発

ユーザガイド

作業指示書

依頼書

依頼用NO

設計書

密着報告

1/27付付送

作業指示

PMs

在座

電着

購入

計画

レイバ

カレンダー

リソース

カスタム

アプリケーション

開発

ユーザガイド

作業指示書

依頼書

依頼用NO

設計書

密着報告

1/27付付送

作業指示

PMs

在座

電着

購入

計画

レイバ

カレンダー

リソース

カスタム

アプリケーション

開発

ユーザガイド

作業指示書

依頼書

依頼用NO

設計書

密着報告

1/27付付送

作業指示

PMs

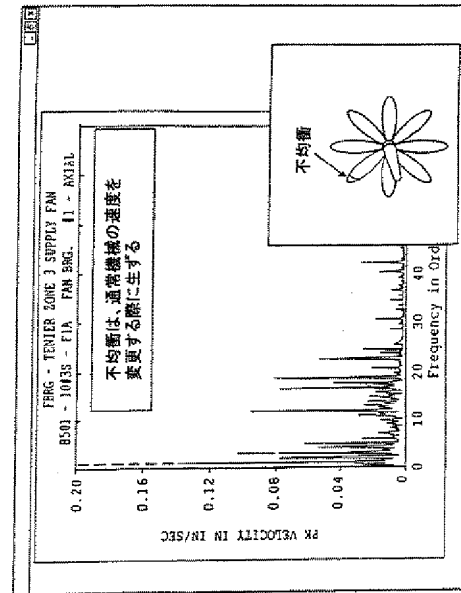
在座

電着

購入

計画

【例16】



- (72)発明者 ニクソン, マーク ジェイ.
アメリカ合衆国 78681 テキサス ラウンド ロック ブラックジャック ドライブ 15
03
- (72)発明者 キーエス, マリオン エイ.
アメリカ合衆国 63112 ミズーリ セント ルイス ワシントン テレアス 8
- (72)発明者 シェイス, トレバー ディー.
アメリカ合衆国 78759 テキサス オースティン カーディン ドライブ 8115
- (72)発明者 ガダズ, ジョン エイ.
アメリカ合衆国 21014 メリーランド ベル エア レッド ボンプ ロード 113
- (72)発明者 ブレビンス, テレンス エル.
アメリカ合衆国 78681 テキサス ラウンド ロック カーメル ドライブ 3801
- Fターム(参考) 5H223 AA01 BB01 CC08 DD05 DD07 EE30

【外国語明細書】

1. Title of Invention

**FUSION OF PROCESS PERFORMANCE MONITORING WITH
PROCESS EQUIPMENT MONITORING AND CONTROL**

2. Claims

1. A process control system within a plant including:
process equipment monitoring devices that collect equipment data;
process control monitoring devices that collect process control data;
process models adapted to perform process performance monitoring to generate process performance data; and
a computer system that implements a software routine that uses two or more of the equipment data, the process control data and the process performance data to perform a function within the plant.
2. The process control system of claim 1, wherein the function within the plant is a diagnostic function and the software routine is a diagnostic routine that combines two or more of the equipment data, the process control data and the process performance data to perform a diagnostic function.
3. The process control system of claim 2, wherein the software routine includes two or more of a process control diagnostic routine, an equipment monitoring diagnostic routine and a process performance diagnostic routine.
4. The process control system of claim 3, wherein the software routine includes two or more of a process control model, an equipment model and a performance monitoring model.
5. The process control system of claim 2, wherein the diagnostic routine includes a predictive routine that predicts a condition in the future based on two or more of the equipment data, the process control data and the process performance data.

6. The process control system of claim 2, further including a recommendation software routine which makes recommendations to a user in response to a diagnostic decision made by the diagnostic routine.

7. The process control system of claim 2, further including an action software routine which implements one of a control action or a process action based on a diagnostic decision made by the diagnostic routine.

8. The process control system of claim 2, further including an order generating routine which automatically generates an order based on a diagnostic decision made by the diagnostic routine.

9. The process control system of claim 8, wherein the order generating routine generates a work order ordering work to be performed within the plant.

10. The process control system of claim 8, wherein the order generating routine generates a part order ordering one or more parts needed for the plant.

11. The process control system of claim 2, wherein the diagnostic routine performs backtracking based on two or more of the process control data, the equipment data and the process performance data.

12. The process control system of claim 1, wherein the function is a viewing function and the software routine is adapted to create and display a display screen via a display terminal using two or more of the collected equipment data, the process control data and process performance data.

13. The process control system of claim 12, wherein the software routine includes an index creation routine that creates indexes associated with process control components or with equipment components or process performance components and wherein the software routine creates a view of the process control plant displaying the indexes.

14. The process control system of claim 12, wherein the software routine displays process two or more of a process control alarm, an equipment alarm and a process performance alarm together on a display screen.

15. The process control system of claim 1, further including one or more data reconciliation applications which process the collected equipment data or the collected process control data or the process performance data.

16. The process control system of claim 15, wherein the equipment data or the process control data or the process performance data is compressed.

17. The process control system of claim 1, wherein the software routine is distributed among two or more computers within the plant.

18. A method of operating a process control system within a plant including the steps of:

collecting equipment data related to the status of equipment within the plant;

collecting process control data related to the status of process control activities within the plant;

collecting process performance data relating to the performance of the process;
and

using two or more of the equipment data, the process control data and the process performance data to perform a further function within the plant.

19. The method of claim 18, wherein the further function within the plant is a diagnostic function and the step of using two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and process performance data to perform a diagnostic function.

20. The method of claim 19, wherein the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the steps of using two or more of a process control diagnostic routine to process the process control data, an equipment monitoring diagnostic routine to process the equipment data and a process performance monitoring routine to process the process performance data.

21. The method of claim 20, wherein the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of using two or more of equipment models, process control models and process performance models.

22. The method of claim 19, wherein the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of predicting a condition in the future based on two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

23. The method of claim 19, further including the step of recommending one or more actions to a user in response to a diagnostic decision made during the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

24. The method of claim 19, further including the step of implementing one of a control action or a process action based on a diagnostic decision made during the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

25. The method of claim 19, further including automatically generating an order based on a diagnostic decision made during the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

26. The method of claim 25, wherein the order generating step generates a work order ordering work to be performed within the plant.

27. The method of claim 25, wherein the order generating step generates a part order ordering one or more parts needed for the plant.

28. The method of claim 19, wherein the step of combining two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of performing backtracking based on two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

29. The method of claim 18, wherein the function is a viewing function and the step of using two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of creating a display screen using two or more of the collected equipment data and the process control data and the process performance data.

30. The method of claim 29, wherein the step of using two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data includes the step of creating one or more indexes associated with process control components or with equipment components or with process performance components and wherein the step of creating a display screen includes the step of creating a view of the process control plant displaying the one or more indexes.

31. The method of claim 29, wherein step of creating a display screen includes the step of displaying two or more of a process control alarm, an equipment alarm and a process performance alarm together on the display screen.

32. The method of claim 18, further including the step of processing the collected equipment data or the collected process control data or the process performance data prior to the step of using two or more of the equipment data and the process control data and the process performance data.

33. The method of claim 18, further including the step of compressing at least a portion of the process control data or the equipment data or the process performance data.

34. A process control system comprising:
multiple process control devices;
one or more controllers;
one or more user interfaces;
one or more data collection routines implemented on processing devices that collect process control data, equipment data and process performance data; and
a condition monitoring routine communicatively connected to the data collection routines to accept and process the process control data, the equipment data and the process performance data collected by the data collection routines to perform condition monitoring within the process control system;
wherein the process control devices, controllers and user interfaces are communicatively connected via one or more communication networks and wherein the data collection routines are configured to transparently accept data from multiple different source types within the process control system.

35. The process control system of claim 34, wherein the multiple different source types includes two or more of hand held collection devices, laboratory chemical and physical measurement sources, direct on-line input sources and remote sources.

36. The process control system of claim 34, wherein the process control system is distributed across a geographically distributed network.

37. The process control system of claim 36 wherein at least one of the communication networks is a shared communication channel comprising one of the internet or a satellite communication network.

38. The process control system of claim 36 wherein the data collection routines collect data via a physical medium comprising one of wired, wireless, coaxial cable, telephone modem, fiber optic, optical, meteor burst, satellite medium using one of a Fieldbus, IEEE 802.3, blue tooth, X.25 or X.400 communication protocol.

39. The process control system of claim 34 wherein the data collection routines operate independently and communicate with each other via the one or more communication networks.

40. The process control system of claim 34 wherein each of the data collection routines includes a data processing routine that reconciles, verifies, validates and formats the collected data in a consistent format.

41. The process control system of claim 34, wherein the data collection routines send the collected data to a control system using one of the controllers and one of the user interfaces and wherein the condition monitoring routine reconciles, verifies, validates and formats the collected data in a consistent format.

42. The process control system of claim 41, wherein the condition monitoring routine is stored and executed on a subassembly processor associated with the control system.

43. The process control system of claim 42, wherein the subassembly processor is connected directly to the user interface and the controller of the control system via a system bus.

44. The process control system of claim 42, wherein the controller includes an input/output system adapted to connect the controller of the control system to process control equipment and wherein the subassembly processor is integrated with the controller input/output system.

45. The process control system of claim 44, wherein the data collection routines include a compression routine that compress the collected data.

46. The process control system of claim 45, wherein the compression routine uses a compression technique comprising one of wavelet signal representation, Fourier, Hadamard transformation and communication of the coefficients, exception processing, and swinging door data compression.

47. A process control system comprising:
multiple process control devices;
one or more controllers;
one or more user interfaces;
a communication network that interconnects the one or more controllers and the one or more user interfaces;
a database that stores equipment and process control strategy configuration information pertaining to the configuration of the process control system;
one or more data collection routines implemented on processing devices that collect process control data, equipment data and process performance data;
a condition monitoring routine communicatively connected to the one of more data collection routines to accept and process the process control data, the equipment data and the process performance data collected by the data collection routines to perform condition monitoring within the process control system; and
a display routine that displays the equipment and process control strategy configuration information associated with the process control system as stored in the database along with condition monitoring information pertaining to or generated by the condition monitoring routine, via the one or more user interfaces.

48. The process control system of claim 47, wherein the display routine displays the equipment and process control strategy configuration information and the condition monitoring information in multiple levels, including a high level presenting information pertaining to different elements of the equipment and process control strategy and one or more lower levels providing more information about individual elements within the high level including condition monitoring information.

49. The process control system of claim 48, wherein the display routine enables a user to go from a higher level layer to a lower level layer by selecting an element within a screen depicting the higher level layer.

3. Detailed Description of the Invention

【Technical Field of the Invention】

The present invention relates generally to process control systems within process plants and, more particularly, to a coordinated system that uses multiple types of data from different and divergent data sources, such as those associated with equipment monitoring, process control monitoring and performance monitoring, to assist in and enhance asset utilization in a process control plant or environment.

【Prior Art and Problems to be solved by the Invention】

Process control systems, like those used in chemical, petroleum or other processes, typically include one or more centralized or decentralized process controllers communicatively coupled to at least one host or operator workstation and to one or more process control and instrumentation devices, such as field devices, via analog, digital or combined analog/digital buses. Field devices, which may be, for example valves, valve positioners, switches, transmitters, and sensors (e.g., temperature, pressure and flow rate sensors), perform functions within the process such as opening or closing valves and measuring process parameters. The process controller receives signals indicative of process measurements or process variables made by or associated with the field devices and/or other information pertaining to the field devices, uses this information to implement a control routine and then generates control signals which are sent over one or more of the buses to the field devices to control the operation of the process. Information from the field devices and the controller is typically made available to one or more applications executed by an operator workstation to enable an operator to perform desired functions with respect to the process, such as viewing the current state of the process, modifying the operation of the process, etc.

While a typical process control system has many process control and instrumentation devices, such as valves, transmitters, sensors, etc. connected to one or more process controllers which execute software that controls these devices during the operation of the process, there are many other supporting devices which are also necessary for or related to process operation. These additional devices include, for example, power supply equipment, power generation and distribution equipment, rotating

equipment such as turbines, etc., which are located at numerous places in a typical plant. While this additional equipment does not necessarily create or use process variables and, in many instances, is not controlled or even coupled to a process controller for the purpose of affecting the process operation, this equipment is nevertheless important to and ultimately necessary for proper operation of the process. In the past however, process controllers were not necessarily aware of these other devices or the process controllers simply assumed that these devices were operating properly when performing process control.

Still further, many process plants have other computers associated therewith which execute applications related to business functions or maintenance functions. For example, some plants include computers which execute applications associated with ordering raw materials, replacement parts or devices for the plant, applications related to forecasting sales and production needs, etc. Likewise, many process plants, and especially those which use smart field devices, include equipment monitoring applications which are used to help monitor and maintain the devices within the plant regardless of whether these devices are process control and instrumentation devices or are other types of devices. For example, the Asset Management Solutions (AMS) application sold by Fisher-Rosemount Systems, Inc. enables communication with and stores data pertaining to field devices to ascertain and track the operating state of the field devices. An example of such a system is disclosed in U.S. Patent Number 5,960,214 entitled "Integrated Communication Network for use in a Field Device Management System." In some instances, the AMS application may be used to communicate with devices to change parameters within the device, to cause the device to run applications on itself, such as self calibration routines or self diagnostic routines, to obtain information about the status or health of the device, etc. This information may be stored and used by a maintenance person to monitor and maintain these devices. Likewise, there are other types of applications which are used to monitor other types of devices, such as rotating equipment and power generation and supply devices. These other applications are sometimes available to the maintenance persons and are used to monitor and maintain the devices within a process plant. In many cases, however, outside service organizations

may perform services related to monitoring process performance and equipment. In these cases, the outside service organizations acquire the data they need, run typically proprietary applications to analyze the data and merely provide results and recommendations to the process plant personnel. While helpful, the plant personnel have little or no ability to view the raw data measured or to use the analysis data in any other manner.

Thus, in the typical plant or process, the functions associated with the process control activities, the device and equipment maintenance and monitoring activities, and the business activities such as process performance monitoring are separated, both in the location in which these activities take place and in the personnel who typically perform these activities. Furthermore, the different people involved in these different functions generally use different tools, such as different applications run on different computers to perform the different functions. In many instances, these different tools collect or use different types of data associated with or collected from the different devices within the process and are set up differently to collect the data they need. For example, process control operators who generally oversee the day to day operation of the process and who are primarily responsible for assuring the quality and continuity of the process operation typically affect the process by setting and changing set points within the process, tuning loops of the process, scheduling process operations such as batch operations, etc. These process control operators may use available tools for diagnosing and correcting process control problems within a process control system, including, for example, auto-tuners, loop analyzers, neural network systems, etc. Process control operators also receive process variable information from the process via one or more process controllers which provide information to the operators about the operation of the process, including alarms generated within the process. This information may be provided to the process control operator via a standard user interface.

Still further, it is currently known to provide an expert engine that uses process control variables and limited information about the operating condition of the control routines or function blocks or modules associated with process control routines to detect poorly operating loops and to provide information to an operator about suggested courses

of action to correct the problem. Such an expert engine is disclosed in U.S. Patent Application Serial Number 09/256,585 entitled "Diagnostics in a Process Control System," which was filed on February 22, 1999 and in U.S. Patent Application Serial Number 09/499,445 entitled "Diagnostic Expert in a Process Control System," which was filed on February 7, 2000, both of which are hereby expressly incorporated by reference herein. Likewise, it is known to run control optimizers, such as real time optimizers, within a plant to optimize the control activities of the process plant. Such optimizers typically use complex models of the plant to predict how inputs may be changed to optimize operation of the plant with respect to some desired optimization variable such as, for example, profit. In many cases, however, these optimizers are provided by outside service organizations and, thus, are not directly accessible to other areas of the plant.

On the other hand, maintenance personnel who are primarily responsible for assuring that the actual equipment within the process is operating efficiently and for repairing and replacing malfunctioning equipment, use tools such as maintenance interfaces, the AMS application discussed above, as well and many other diagnostic tools which provide information about operating states of the devices within the process. Maintenance persons also schedule maintenance activities which may require shut down of portions of the plant. For many newer types of process devices and equipment, generally called smart field devices, the devices themselves may include detection and diagnostic tools which automatically sense problems with the operation of the device and automatically report these problems to a maintenance person via a standard maintenance interface. For example, the AMS software reports device status and diagnostic information to the maintenance person and provides communication and other tools that enable the maintenance person to determine what is happening in devices and to access device information provided by the devices. Typically, maintenance interfaces and maintenance personnel are located apart from process control operators, although this is not always the case. For example, in some process plants, process control operators may perform the duties of maintenance persons or vice versa, or the different people responsible for these functions may use the same interface.

Still further, persons responsible and applications used for business applications, such as ordering parts, supplies, raw materials, etc., making strategic business decisions such as choosing which products to manufacture, what variables to optimize within the plant, etc. based on process performance measures are typically located in offices of the plant that are remote from both the process control interfaces and the maintenance interfaces. Likewise, managers or other persons may want to have access to certain information within the process plant from remote locations or from other computer systems associated with the process plant for use in overseeing the plant operation and in making long term strategic decisions.

Because, for the most part, very different applications used to perform the different functions within a plant, e.g., process control operations, maintenance operations and business operations are separated, the different applications used for these different tasks are not integrated and, thus, do not share data or information. In fact, many plants only include some, but not all, of these different types of applications. In many cases, some of the tasks, such as monitoring equipment, testing the operation of devices, determining if the plant is running in an optimal manner, etc. are performed by outside consultants or service companies who measure the data needed, perform an analysis and then provide only the results of the analysis back to the plant personnel. In these cases, the data is typically collected and stored in a proprietary manner and is rarely made available to the plant personnel for other reasons.

Still further, even if all of the applications are located within a plant, because different personnel use these different applications and analysis tools and because these tools are generally located at different hardware locations within the plant, there is little if any flow of information from one functional area of the plant to another, even when this information may be useful to other functions within the plant. For example, a tool, such as a rotating equipment data analysis tool, may be used by a maintenance person to detect a poorly functioning power generator or piece of rotating equipment (based on non-process variable type data). This tool may detect a problem and alert the maintenance person that the device needs to be calibrated, repaired or replaced. However, the process control operator (either a human or a software expert) does not

have the benefit of this information, even though the poorly operating device may be causing a problem that is affecting a loop or some other component which is being monitored by the process control operation. Likewise, the business person is not aware of this fact, even though the malfunctioning device may be critical to and may be preventing optimization of the plant in a manner that the business person may desire. Because the process control expert is unaware of a device problem which may be ultimately causing poor performance of a loop or unit in the process control system and because the process control operator or expert assumes that this equipment is operating perfectly, the process control expert may mis-diagnose the problem it detects within the process control loop or may try to apply a tool, such as a loop tuner, which could never actually correct the problem. Likewise, the business person may make a business decision to run the plant in a manner that will not achieve the desired business effects (such as optimizing profits) because of the malfunctioning device.

Due to the abundance of data analysis and other detection and diagnostic tools available in the process control environment, either in the plant itself or via outside service companies or consultants, there is a lot of information about the health and performance of devices available to the maintenance person which could be helpful to the process operator and the business persons. Similarly, there is a lot of information available to the process operator about the current operational status of the process control loops and other routines which may be helpful to the maintenance person or to the business person. Likewise, there is information generated by or used in the course of performing the business functions which could be helpful to the maintenance person or the process control operator in optimizing the operation of the process. However, in the past, because these functions were separated, the information generated or collected in one functional area was not used at all, or not used very well in other functional areas which led to an overall sub-optimal use of the assets within process plants.

【Means for Resolving the Problems】

A process control system includes a data collection and distribution system that collects and stores data from different data sources, each of which may use its own proprietary manner of acquiring or generating the data in the first place. The data collection and distribution system then makes the stored data available to other applications associated with or provided in the process control system or to applications associated with the data sources themselves for use in any desired manner. In this manner, applications may use data from vastly different data sources to provide a better view or insight into the current operational status of a plant, to make better or more complete diagnostic or financial decisions regarding the plant, etc. Thus, applications may be provided which combine or use data from previously disparate collection systems such as process control monitoring systems, equipment monitoring systems and process performance models to determine a better overall view or state of a process control plant, to better diagnose problems and to take or recommend actions in production planning and maintenance within the plant. For example, information or data may be collected by maintenance functions pertaining to the health, variability, performance or utilization of a device, loop, unit, etc. This information may then be sent to and displayed to a process operator or maintenance person to inform that person of a current or future problem. This same information may be used by the process operator to correct a current problem within a loop or to change, for example, the plant operating point to account for and to correct for a sub-optimally operating device. The diagnostic applications may generate measurement, control and device indexes pertaining to non-process variables, such as the health of a device. These equipment performance indexes may be determined from models calculating key performance variables, such as efficiency and cost of production. A process control expert may use these measurement, control and device indexes along with process variable data to optimize operation of the process.

Using the disclosed data collection and distribution system, process variable data and non-process variable data may be combined, for example, to generate process models. Likewise, the detection of a device problem, such as one which requires shutdown of the process, may cause business software to automatically order replacement

parts or alert the business person that chosen strategic actions will not produce the desired results due to the actual state of the plant. The change of a control strategy performed within the process control function may cause business software to automatically order new or different raw materials. There are, of course, many other types of applications to which the fusion data related to process control, equipment monitoring and performance monitoring data can be an aid by providing different and more complete information about the status of the assets within a process control plant to all areas of the process plant.

【Embodiment of the Invention】

Referring now to Fig. 1, a typical process control plant 10 includes a number of business and other computer systems interconnected with a number of control and

maintenance systems by one or more communication networks. The illustrated process control plant 10 also includes one or more process control systems 12 and 14. The process control system 12 may be a traditional process control system such as a PROVOX or RS3 system or any other DCS. The system 12 illustrated in Fig. 1 includes an operator interface 12A coupled to a controller 12B and to input/output (I/O) cards 12C which, in turn, are coupled to various field devices such as analog and Highway Addressable Remote Transmitter (HART) field devices 15. The process control system 14, which may be a distributed process control system, includes one or more operator interfaces 14A coupled to one or more distributed controllers 14B via a bus, such as an Ethernet bus. The controllers 14B may be, for example, DeltaV™ controllers sold by Fisher-Rosemount Systems, Inc. of Austin, Texas or any other desired type of controllers. The controllers 14B are connected via I/O devices to one or more field devices 16, such as for example, HART or Fieldbus field devices or any other smart or non-smart field devices including, for example, those that use any of the PROFIBUS®, WORLDFIP®, Device-Net®, AS-Interface and CAN protocols. As is known, the field devices 16 may provide analog or digital information to the controllers 14B related to process variables as well as to other device information. The operator interfaces 14A may store and execute tools available to the process control operator for controlling the operation of the process including, for example, control optimizers, diagnostic experts, neural networks, tuners, etc.

Still further, maintenance systems, such as computers executing the AMS application or any other device or equipment monitoring and communication applications may be connected to the process control systems 12 and 14 or to the individual devices therein to perform maintenance and monitoring activities. For example, a maintenance computer 18 may be connected to the controller 12B and/or to the devices 15 via any desired communication lines or networks (including wireless or handheld device networks) to communicate with and, in some instances, reconfigure or perform other maintenance activities on the devices 15. Similarly, maintenance applications such as the AMS application may be installed in and executed by one or more of the user interfaces 14A associated with the distributed process control system 14 to perform maintenance

and monitoring functions, including data collection related to the operating status of the devices 16.

The illustrated process control plant 10 also includes various rotating equipment 20, such as turbines, motors, etc. which are connected to a maintenance computer 22 via some permanent or temporary communication link (such as a bus, a wireless communication system or hand held devices which are connected to the equipment 20 to take readings and are then removed). The maintenance computer 22 may store and execute known monitoring and diagnostic applications 23 provided by, for example, CSi Systems or other any other known applications used to diagnose, monitor and optimize the operating state of the rotating equipment 20. Maintenance personnel usually use the applications 23 to maintain and oversee the performance of rotating equipment 20 in the plant 10, to determine problems with the rotating equipment 20 and to determine when and if the rotating equipment 20 must be repaired or replaced. In some cases, outside consultants or service organizations may temporary acquire or measure data pertaining to the equipment 20 and use this data to perform analyses for the equipment 20 to detect problems, poor performance or other issues effecting the equipment 20. In these cases, the computers running the analyses may not be connected to the rest of the system 10 via any communication line or may be connected only temporarily.

Similarly, a power generation and distribution system 24 having power generating and distribution equipment 25 associated with the plant 10 is connected via, for example, a bus, to another computer 26 which runs and oversees the operation of the power generating and distribution equipment 25 within the plant 10. The computer 26 may execute known power control and diagnostics applications 27 such a as those provided by, for example, Liebert and ASCO or other service companies to control and maintain the power generation and distribution equipment 25. Again, in many cases, outside consultants or service organizations may temporary acquire or measure data pertaining to the equipment 25 and use this data to perform analyses for the equipment 25 to detect problems, poor performance or other issues effecting the equipment 25. In these cases, the computers (such as the computer 26) running the analyses may not be connected to

the rest of the system 10 via any communication line or may be connected only temporarily.

Of course, any other equipment and process control devices could be attached to or be part of the plant 10 and the system described herein is not limited to the equipment specifically illustrated in Fig. 1 but can, instead or in addition, include any other types of process control equipment or devices.

In the past, the various process control systems 12 and 14 and the power generating and maintenance systems 22 and 26 have not been interconnected with each other in a manner that enables them to share data generated in or collected by each of these systems in a useful manner. As a result, each of the different functions such as the process control functions, power generation functions and rotating equipment functions have operated on the assumption that the other equipment within the plant which may be affected by or have an affect on that particular function is operating perfectly which, of course, is almost never the case. However, because the functions are so different and the equipment and personnel used to oversee these functions are different, there has been little or no meaningful data sharing between the different functional systems within the plant 10.

To overcome this problem, a data collection and distribution system is provided to acquire data from the disparate sources of data, format this data to a common data format or structure and then provide this data, as needed to any of a suite of applications run at, for example, a computer system 30, or disbursed between workstations throughout the process control network. The suite of applications is provided to fuse or integrate the use of data from previously disparate and separate systems to provide a better measurement, viewing, control and understanding of the entire plant 10. As illustrated in Fig. 1, the computer system 30 is communicatively connected to the computers or interfaces associated with the various functional systems within the plant 10, including the process control functions 12 and 14, the maintenance functions such as those implemented in the computers 18, 14A, 22 and 26 and the business functions such as performing process performance monitoring. In particular, the computer system 30 is communicatively connected to the traditional process control system 12 and to the

maintenance interface 18 associated with that control system, is connected to the process control and/or maintenance interfaces 14A of the distributed process control system 14, is connected to the rotating equipment maintenance computer 22 and to the power generation and distribution computer 26, all via a bus 32. The bus 32 may use any desired or appropriate local area network (LAN) or wide area network (WAN) protocol to provide communications. Of course the computer system 30 could be connected to these different parts of the plant 10 via other communication links including fixed or intermittent links, hard-wired or over-the-air links or any physical medium such as one of wired, wireless, coaxial cable, telephone modem, fiber optic, optical, meteor burst, satellite medium using one of a Fieldbus, IEEE 802.3, blue tooth, X.25 or X.400 communication protocol, etc.

As illustrated in Fig. 1, the computer 30 may also be connected via the same or a different network bus 32 to business system computers and maintenance planning computers 35 and 36, which may execute, for example, enterprise resource planning (ERP), material resource planning (MRP), process modeling for performance modeling, accounting, production and customer ordering systems, maintenance planning systems or any other desired business applications such as parts, supplies and raw materials ordering applications, production scheduling applications, etc. The computer 30 may also be connected via, for example, the bus 32, to a plantwide LAN 37, a corporate WAN 38 as well as to a computer system 40 that enables remote monitoring of or communication with the plant 10 from remote locations.

The data collection and distribution system mentioned above may also be provided in the computer 30 or may be dispersed at numerous locations throughout the process network 10 to acquire and process data from any source of data such as the controller systems 12 and 14, the monitoring systems 22 and 26, the financial systems 35, 36, etc. If the data collection and distribution system is located in the computer 30, it may receive data from the disparate sources of data, such as the controllers, equipment monitoring and financial applications separately using different data formats, or using a common format. In one embodiment, the communications over the bus 32 occur using the XML protocol. Here, data from each of the computers 12A, 18, 14A, 22, 26, 35, 36,

etc. is wrapped in an XML wrapper and is sent to an XML data server which may be located in, for example, the computer 30. Because XML is a descriptive language, the server can process any type of data. At the server, if necessary, the data is encapsulated and mapped to a new XML wrapper, i.e., this data is mapped from one XML schema to one or more other XML schemas which are created for each of the receiving applications. One method of providing this communication is described in co-pending U.S. application Serial No. 09/902,201 filed July 10, 2001, entitled "Transactional Data Communications for Process Control Systems" which is assigned to the assignee of this application and which is hereby expressly incorporated by reference herein. With this system, each data originator can wrap its data using a schema understood or convenient for that device or application, and each receiving application can receive the data in a different schema used for or understood by the receiving application. The server is configured to map one schema to another schema depending on the source and destination(s) of the data. If desired, the server may also perform certain data processing functions or other functions based on the receipt of data. The mapping and processing function rules are set up and stored in the server prior to operation of suite of data integration applications described herein. In this manner, data may be sent from any one application to one or more other applications.

In another embodiment, the data collection and distribution applications may be dispersed throughout the network 10 and collection of data may be accomplished at distributed locations. The collected data may then be converted to a common format at the distributed locations and sent to one or more central databases for subsequent distribution. Thus, generally speaking, one or more data collection routines are provided to collect the data from disparate sources of data and to provide this data in a common or consistent format to the suite of applications which may use this data, such as the applications within the computer 30. The data collection and distribution applications are referred to herein as a data collection and distribution system while the applications which use the collected data (e.g. that integrate this data) are referred to herein collectively as an asset utilization suite 50.

The applications within the asset utilization suite 50 use the collected data and other information generated by the process control systems 12 and 14, the maintenance systems 18, 22 and 26 and the business and process modeling systems 35 and 36 as well as information generated by data analysis tools executed in each of these systems. Generally speaking, the asset utilization suite 50 may include one or more user display applications such as those disclosed in U.S. Patent Application Serial Nos. 09/256,585 or 09/499,445, and one or more diagnostic experts or other type of expert system applications based on, for example, the OZ expert system currently provided by NEXUS. However, the asset utilization suite 50 may use any other desired type of expert system including, for example, any type of data mining system. The asset utilization suite 50 may also include other applications which integrate data from various functional systems for any other purpose, such as for user information purposes, for diagnostic purposes and for taking actions within the process plant, such as process control actions, equipment replacement or repair actions, altering the type or amount of product produced based on financial factors, process performance factors, etc. Thus, the data collection and distribution system may, in one sense, operate as a data and information clearinghouse in the process plant 10 to coordinate the distribution of data or information from one functional area, such as the maintenance area, to other functional areas, such as the process control or the business functional areas. As a result, the asset utilization suite 50 may use the collected data to generate new information or data which can be distributed to one or more of the computer systems associated with the different functions within the plant 10 and may execute or oversee the execution of other applications that use the collected data to generate new types of data to be used within the process control plant 10.

In one case, the asset utilization suite 50 may provide a number of applications which use data from the process control functions and the equipment monitoring functions and, if desired, from process performance monitoring functions performed within a process control network. These applications may provide a coordinated user display for display of information or attributes about the plant that use two or more of process control data, process performance modeling data, or equipment monitoring data.

An application associated with the asset utilization suite 50 may also diagnose conditions or problems within the process control plant 10 based on data from two or more of process control monitoring applications, process performance monitoring applications, and equipment monitoring applications. Still further, the applications associated with the asset utilization suite 50 may take actions within the process plant 10 in response to a diagnosed or detected problem or may recommend actions to be taken to a user, which may be any of, for example, a process control operator, a maintenance technician or a business person in the "front office" of the plant 10 who is responsible for the overall operation of the plant 10.

More particularly, in one embodiment, the asset utilization suite 50 may include or execute index generation software 51 that collects or creates indexes associated with devices, like process control and instrumentation devices, power generation devices, rotating equipment, units, areas, etc, or that are associated with process control entities, like loops, etc. within the plant 10. These indexes can then be provided to the process control applications to help optimize process control and can be provided to the business software or business applications to provide the business persons more complete or understandable information associated with the operation of the plant 10. The asset utilization suite 50 can also provide maintenance data (such as device status information) and business data (such as data associated with scheduled orders, timeframes, etc.) to a control expert 52 associated with, for example, the process control system 14 to help an operator perform control activities such as optimizing control. The control expert 52 may be located in, for example, the user interface 14A or any other computer associated with the control system 14 or within the computer 30 if desired.

If desired, the control expert 52 may be, for example, the control expert described in U.S. Patent Application Serial Numbers 09/256,585 and 09/499,445 identified above. However, these control experts may additionally incorporate and use data related to the status of devices or other hardware within the process control plant 10 or of performance data generated using process performance models in the decision making performed by these control experts. In particular, in the past, the software control experts generally only used process variable data and some limited device status data to make decisions or

recommendations to the process operator. With the communication provided by or collected by the asset utilization suite 50, especially that related to device status information such as that provided by the computer systems 18, 14A, 22 and 26 and the data analysis tools implemented thereon, the control expert 52 can receive and incorporate device status information such as health, performance, utilization and variability information into its decision making along with process variable information.

Additionally, the asset utilization suite 50 can provide information pertaining to states of devices and the operation of the control activities within the plant 10 to the business systems 35 and 36 where, for example, a work order generation application or program 54 can automatically generate work orders and order parts based on detected problems within the plant 10 or where supplies can be ordered based on work being performed. Similarly, changes in the control system detected by the asset utilization expert 50 may cause the business systems 35 or 36 to run applications that perform scheduling and supply orders using, for example, the program 54. In the same manner, changes in customer orders etc. can be entered into the business systems 35 or 36 and this data can be sent to the asset utilization suite 50 and sent to the control routines or control expert 52 to cause changes in the control to, for example, begin making the newly ordered products or to implement the changes made in the business systems 35 and 36.

Additionally, the asset utilization suite 50 can send information to one or more process models used by, for example, optimizers 55 within the plant 10. For example, a process model 56 and a control optimizer 55 can be located in the computer 14A and can run one or more control optimization routines 55A, 55B, etc. Additionally or alternatively, process models 56 and optimizer routines 55 could be stored in and executed by the computer 30 or any other computer, and the data necessary therefor could be sent by the asset utilization expert 50. The results of the models 56 can be input to the asset utilization expert 50 or a control or other expert such as the control expert 52 to perform modeling functions, the purpose of which will be described in more detail herein. Generally speaking, however, the models 56 can be used to determine process unit or area performance that can then be input to the optimizer routines 55 or displayed to a user or used for other purposes. The models 56 may be models such as those created

by and sold by MDC Technology located in Teeside, England or may be any other desired types of models. There are, of course, many other applications that can be provided within the plant 10 and that can use the data from the asset utilization expert 50 and the system described herein is not limited to the applications specifically mentioned herein. Overall, however, the asset utilization suite 50 helps to optimize the use of all of the assets within the plant 10 by enabling the sharing of data and coordination of assets between all of the functional areas of the plant 10.

Also, generally speaking, one or more user interface routines 58 can be stored in and executed by one or more of the computers within the plant 10. For example, the computer 30, the user interface 14A, the business system computer 35 or any other computer may run a user interface routine 58. Each user interface routine 58 can receive or subscribe to information from the asset utilization suite 50 and may provide information to the asset utilization suite 50 and either the same or different sets of data may be sent to each of the user interface routines 58. Any one of the user interface routines 58 can provide different types of information using different screens for different users if so desired. For example, one of the user interface routines 58 may provide a screen or set of screens to a control operator or to a business person to enable that person to set constraints or to choose optimization variables for use in a standard control routine or in a control optimizer routine. The user interface routine 58 may provide a control guidance tool that enables a user to view the process performance and indexes created by the index generation software 51 or process performance models 56 in some coordinated manner. This operator guidance tool may also enable the operator or any other person to obtain information about the states of devices, control loops, units, etc. and to easily see the information related to the problems with these entities, as that information has been detected by other software within the process plant 10. The user interface routine 58 may also provide performance monitoring screens using performance monitoring data provided by or generated by the tools 23 and 27, the maintenance programs such as the AMS application or any other maintenance programs, or as generated by the models in conjunction with the asset utilization suite 50. Of course, the user interface routine 58

may provide any user access to and enable the user to change preferences or other variables used in any or all functional areas of the plant 10.

Referring now to Fig. 2, a simplified functional block diagram 100 illustrates data flow and communication associated with or used by a data collection and distribution system 102 described herein to enable data from disparate data sources to be used by the asset utilization suite 50. In particular, the diagram 100 includes the data collection and distribution system 102 which receives data from numerous sources of data. For example, a process control data source 104 (which may include traditional process control activities and applications such as process control and monitoring applications, process control diagnostic applications, process control alarming applications, etc.) provides data to the data collection and distribution system 102. The block 104 may send data acquired by or generated by traditional or stand alone process controllers, by DCSs, by the DeltaV system, by PLCs, etc. within the process control environment.

An equipment or process health data source 106 (which may include traditional equipment monitoring applications, equipment diagnostic applications, equipment alarming applications, abnormal situation analysis applications, environmental monitoring applications, etc.) also sends data to the data collection and distribution system 102. As a result, the source 106 may send data acquired by or generated by any type of traditional equipment monitoring and diagnostic applications or sources, such as those provided by CSI, the AMS application sold by Fisher-Rosemount Systems, Inc., Nexis applications, etc.

A performance monitoring data source 108 (which may include performance monitoring applications such optimization applications, process models used to monitor or model process operation, process or equipment health, etc.) also provides data to the system 102. The data source 108 may include or provide data acquired by or generated by any type of performance monitoring equipment or applications. Still further, a financial or production planning data source 110 (which may include applications that perform financial or cost type analysis functions within the process control system, such as deciding how to run the plant to maximize profits, to avoid environmental fines, deciding what or how much of a product to make, etc.) is connected to the system 102.

Both the financial planning and the process control applications may utilize information provided by the same or different process models.

Field devices 112, such as smart field devices, may provide still further data to the data collection and distribution system 102. Of course, the data provided by the field devices 112 may be any data measured by or generated by these field devices, including alarms, alerts, measurement data, calibration data, etc. Likewise, a corrosion monitoring data source 114 may provide data collected by or generated by corrosion monitoring services or applications to the collection system 102. Likewise, an alarming data source 116 may provide data collected by or generated by advanced alarming applications or services to the system 102. The alarming data source 116 may include applications or services which measure or take samples, perform lab analyses and generate alarms or other information based on these analyses.

It should be noted that still other data may be provided from any other sources of data in addition or instead of the sources of data illustrated in Fig. 2. Furthermore, the data provided by the data sources of Fig. 2 can be raw measured data, can be data generated by an analysis or other routine based on measured data or some combination of the two. Still further, it will be understood that the data provided from any or all of the data sources of Fig. 2 can be measured, generated or communicated in any format, including proprietary formats used by the different organizations or applications which might measure or generate this data. Thus, for example, different field devices 112 may collect and generate data in different formats and then send this data to the data collection and distribution system 102. Likewise, the financial data sources 110, the corrosion data sources 114, the alarming data sources 116, etc. may provide data measured in or generated in any standard or proprietary format, and may use any proprietary or open-code applications to measure or generate the data. Generally speaking, therefore, any applications or devices now used (or developed in the future for use) in a process control environment to measure or generate data, results, conclusions, recommendations, etc. may act as a data source to the data collection and distribution system 102 even if these data sources are partially or completely proprietary in nature.

The data collection and distribution system 102 will collect the data from the different data sources in a common format or will convert that data, once received, to a common format for storage and use later by other elements, devices or applications in the process control system. In one embodiment, the different data sources may use a data conversion protocol, such as OPC, PI, Fieldbus, etc. to communicate the data to the data collection and distribution system 102. Of course, the OPC or other conversion interface may be stored in the data collection and distribution system 102 or in the data sources themselves. Further, if desired, any of the data sources may convert its data to a common format used by the data collection and distribution system 102 and communicate that converted data to the system 102. Of course, the data collection and distribution system 102 may convert the data sent by the different data sources to any common format or protocol and store and organize that data in a database in any desired manner. The data collection and distribution system 102 may receive the data from the different data sources in a periodic or aperiodic manner, continuously, or intermittently, synchronously or asynchronously, or at any desired time.

Once received and converted, the data is stored in a database in some accessible manner and is made available to applications or users within the asset management suite 50. For example, applications related to process control, alarming, device maintenance, fault diagnostics, predictive maintenance, financial planning, optimization, etc. may use, combine and integrate the data from one or more of the different data sources to operate better than these applications have been able to operate in the past without data from vastly different or previously inaccessible data sources. The applications illustrated in Fig. 2 as being part of the asset utilization suite 50 may be any of the applications described in Fig. 1 or can be any other types of applications if so desired. Of course, both the data sources and the applications which use the collected data illustrated in Fig. 2 are exemplary in nature and more, less or different data sources and applications may be used. Likewise, the data sources themselves may be configured to receive data collected by the data collection and distributions system 102. In this manner, different vendors or service providers, who may have proprietary applications, may collect certain data that they had not or were incapable of previously acquiring from the data collection and

distribution system 102 which may enhance the products or services being offered by these service providers. In one embodiment, it is expected that traditional process control service providers, who in the past have collected and generated data apart from the process control network using typically proprietary applications, will now provide the collected or generated data to the data collection and distribution system 102 which will then make that data available to other applications. These other applications can be applications executed within computers communicatively connected to the process control environment, such as applications within host devices, user interfaces, controllers, etc. Additionally, these other applications may be applications provided by or used by the traditional service organizations. In this manner, any application can now be designed to use any data generated within the process control system in any manner, whether by applications owned by the process system owners or applications owned and managed by service providers. As a result, there are many, many instances in which applications can be enhanced because they can use data that was previously unavailable to them. For example, a corrosion analysis service provider may be able to use data collected by a proprietary process control system or proprietary equipment monitoring application to enhance the reliability or predictability of the corrosion analysis. Such cross pollination of data from vastly different types of service providers and applications was previously unavailable.

Referring now to Fig. 3, a more detailed data flow diagram 200 illustrating data flow within the process control plant 10 is provided. Beginning at the left side of the diagram 200, data associated with the process plant 10 is collected by or at different functional areas or data sources within the plant 10. In particular, process control data 201 is collected by, for example, typical process control devices such as field devices, input/output devices, handheld or remote transmitters, or any other devices which may be, for example, communicatively connected to process controllers. Likewise equipment monitoring data 202 associated with traditional equipment monitoring activities is collected by, for example, sensors, devices, transmitters, or any other devices within the plant 10. Process performance data 203 may be collected by the same or other devices within the plant 10. If desired, financial data may be collected by other applications run

in computers in the process control plant as part of the performance monitoring data. In some instances, the collected data may be from applications or sources outside of the traditional process control network, such as applications owned and operated by service organizations or vendors. Of course the data collected may be any of, but is not limited to rotating equipment angular position, velocity, acceleration data (as well as transforms of this data to provide power spectral density, frequency amplitude, etc.), equipment stress data, strain data, wall thickness data, corrosion extent and rate of corrosion progress data, corrosivity of process fluids data, lubrication and wear data, bearing and seal data, leakage presence rate and composition of escaping liquids and gasses data including but not limited to data about volatile organic and inorganic compounds, bearing temperature data, acoustic transducer data, process physical and compositional measurement data, etc. This data may be collected in any manner including automatically or manually. Thus, data collectors may include hand held collection devices, laboratory chemical and physical measurements, fixed or temporary on-line devices, devices which periodically (e.g., RF) telemeter data from remote process and equipment measurement devices, on-line device inputs or remote multiplexers and/or concentrators or any other data collection devices.

The process control data, equipment monitoring data and process performance data may be reconciled, verified, validated and/or formatted by data collection and reconciliation applications 204 (which may be part of the data collection and distribution system 102 of Fig. 2) run within the data collection device or within any other device such as at a central data historian, process controllers, equipment monitoring applications, etc. or any other device which receives or processes this data. Of course, the collected data may be reconciled or massaged in any known or desired manner. For example, the data may be put into a common format or scale, may be converted to different or standard (common) units, may be scanned for outliers, erroneous or incorrect data, may be verified or validated in any known or desired manner, etc. There are many known methods or techniques of performing data reconciliation and method of reconciling, messaging, verifying or collecting data may be used. Still further, the different types of data may be

collected by a common collector or data collector routines even though this data may be in different formats, protocols, etc.

After being reconciled in any known or desired manner or, in some cases, not being reconciled at all, the collected data may be provided to one or more applications typically associated with the different functional areas of the process control system 10. For example, as is known, different process controller or control applications 208 illustrated in Fig. 3 as part of the process control function block 206 may use the collected process control data 201 for a number of reasons or purposes. These process control applications may include, for example, traditional DCS, PLC and SCADA systems, computer control systems, hybrid systems and digital control systems of any type now known or developed in the future. Thus, the process controller applications 208, using any known or desired process control software or techniques, use the process control data 201 to monitor and control ongoing process functions. Such applications may perform any type of process control, including for example, PID, fuzzy logic, model predictive, neural network, etc. process control activities. The process control applications 208 may create, generate or pass alarm data or alarm messages to a process operator, may detect problems or concerns or perform audits associated with regulatory agencies, such as environmental protection agency (EPA) constraints, food and drug administration (FDA) constraints, and may perform other known process control functions which are too numerous to list here. Still further, one or more diagnostic applications 210 may use the collected process control data 201 to perform process control diagnostics. Such diagnostic applications may include, for example, applications which help an operator pinpoint problems within process control loops, instruments, actuators, etc., such as that disclosed in U.S. Patent Application Serial No. 09/256,585, entitled "Diagnostics in a Process Control System," which was filed February 22, 1999, is assigned to the assignee of the present application, and is hereby expressly incorporated by reference herein. The diagnostic applications 210 may also include expert diagnostic engines such as that disclosed in U.S. Patent Application Serial No. 09/499,445, entitled "Diagnostic Expert in a Process Control System," which was filed February 7, 2000, is assigned to the assignee of the present application, and is hereby expressly incorporated

by reference herein. Of course, the process diagnostic applications 210 can take the form of any other typical or standard process diagnostic applications and are not limited to these specifically mentioned herein. Still further, the outputs of these diagnostic applications 210 can take any form and may, for example, indicate faulty or poorly performing loops, functions blocks, areas, units, etc. within the process control system, may indicate where loops need to be tuned, etc.

As also indicated in Fig. 3, a process control historian 212 may be used to store previously collected process control data 201, or outputs of the process control monitoring applications 208, the process control diagnostic applications 210 or any other desired process data. Of course, the process control monitoring applications 208 and the diagnostic applications 210 may use the data stored in the historian 212 in any known or desired manner. Still further, the applications 208 and 210 may use process models 214 (which may be part of the models 56 of Fig. 1 and part of a performance monitoring functional area) which may be created to model all or part of the process units or areas within the process 10.

Still further, an equipment monitoring functional block 220 receives the equipment condition data 202 or the reconciled version of such data if reconciliation is performed on that data. The equipment monitoring functional block 220 includes equipment or condition monitoring applications 222 which may, for example, accept or generate alarms indicating problems with various pieces of equipment, detect poorly performing or faulty equipment within the plant 10 or detect other equipment problems or conditions which may be of interest to a maintenance person. Equipment monitoring applications are well known and typically include utilities adapted to the different specific types of equipment within a plant. As such, a detailed discussion of these applications is not necessary. Likewise, equipment diagnostic applications 224 may be implemented to detect and diagnose equipment problems based on raw data measured pertaining to the equipment. Such equipment diagnostic applications 224 may include, for example, vibration sensor applications, rotating equipment applications, power measurement applications, etc. Of course, there are many different types of known equipment condition monitoring and diagnostic applications which can produce many kinds of

different types of data associated with the state or operating condition of different pieces of equipment within a process control plant. Still further, a historian 226 may store raw data detected by equipment monitoring devices, may store data generated by the equipment condition monitoring and diagnostic applications 222 and 224 and may provide data to those applications as needed. Likewise, equipment models 228 (which may be part of the models 56 of Fig. 1 and thus part of the performance monitoring functional area) may be provided and used by the equipment condition monitoring and diagnostic applications 222 and 224 in any desired manner. The creation and use of such models is well known in the art and need not be described further herein.

Likewise, a process performance monitoring functional block 230 illustrated in Fig. 3 receives process performance data 203 which may or may not be reconciled, formatted, etc. by the data collector 204. The process monitoring functional block 230 includes process performance monitoring applications 231 which may, for example, use process control models 214, process equipment models 228 or performance models 232 to perform process performance monitoring in any known or desired manner. Another set of applications 233 may use the output of the process performance monitoring to make recommendations to user or advise user how to change process equipment configuration to perform better overall use of the process or to produce a process which operates more efficiently or makes more money. A process performance monitoring historian 234 may store raw data detected by the process performance monitoring devices, may store data generated by the process performance monitoring applications 231 and the recommendation applications 233 and may provide this data to other applications as needed. The creation and use of process models and process performance monitoring applications is known and will not be described further herein.

As illustrated in Fig. 3, financial data, in the form of financial constraint data and process operation constraint data including, for example, what products must be produced, the quality of the produced products, time deadlines, cost and supply constraints, pricing and valuation data of products made or sold, etc. may be collected at a functional block 239. Generally speaking, although it is not necessary, the functional block 239 will include a computer running one or more data input applications that

collects process performance data from the models 214, 228 and 232 and financially related data from persons associated with the process 10, such as managers, or from other sources. These financial applications may also generate this data. However, this financial data may come from many other sources instead or in addition to those listed here.

While the collection and processing of data as described above with respect to Fig. 3 is currently being performed in process control plants, generally speaking, the collected data, i.e., the process control data, the process monitoring data, and the equipment monitoring data is provided to different people, is collected and used in different formats and is used by completely different applications for different purposes. Thus, as explained above, some of this data may be measured or developed by service organizations who use applications that are proprietary and not compatible with rest of the process control system. Likewise, data collected by or generated by financial applications typically used in a process control environment may not be in a format or protocol recognizable or useable by process control or alarming applications. As a result, a maintenance person and the equipment monitoring and diagnostic applications that such a person uses do not typically have access to (and have not be constructed to use) data collected by or generated by any of the process control applications, process models or financial applications. Likewise, the process control operator and the process control monitoring and diagnostic applications used by that person do not generally have access to (and have not be constructed to use) data collected by or generated by the equipment monitoring applications and performance modeling or financial applications. Similarly, a business person may not have any access to data collected by or generated by either of the process control or equipment monitoring applications and, in fact, may have a whole different set of data on which to operate and make decisions about the operation of the plant 10. Likewise, much of the data measured by or generated in the functional blocks 206, 220, 230 and 239 is done so by service organizations who use proprietary applications and who generally do not make much of their data available for other uses.

To overcome the limitation of limited or no access to data from various external sources, the data collection and distribution system 102 is provided to collect data,

convert that data if necessary into a common format or protocol that can be accessed and used by applications within the asset utilization suite 50 illustrated in Fig. 3. In this manner, the applications within the asset utilization suite 50 receive the different types of data from the different functional areas or data sources including the process control functional area 206, the equipment monitoring functional area 220 and the performance monitoring functional area 230, and integrates this data in any of a number of ways to the direct benefit of the operation of the plant 10. The goal of the asset utilization suite 50 may be to produce a better view of the plant 10, enable better understanding of the overall condition of the plant 10, and allow better decisions to be made regarding the control or use of the plant 10 or the assets of the plant 10 based on all of the data in the plant and, overall, to run the plant 10 more optimally. The integration of the different types of functional data may provide or enable improved personnel safety, higher process and equipment uptime, avoidance of catastrophic process and/or equipment failures, greater operating availability (uptime) and plant productivity, higher product throughput stemming from higher availability and the ability to safely and securely run faster and closer to design and manufacturing warrantee limits, higher throughput stemming from the ability to operate the process at the environmental limits, and improved quality due to the elimination or minimization of equipment related process and product variations. To the contrary, in the past, the different functional areas, e.g., the process monitoring, the equipment monitoring and the performance monitoring, were performed independently and each tried to "optimize" their associated functional area without regard to the effect that given actions might have on the other functional areas. As a result, for example, a low priority equipment problem may have been causing a large problem in achieving a desired or critical process control performance, but was not being corrected because it was not considered very important in the context of equipment maintenance. With the data collection and distribution system 102 providing data to the asset utilization suite 50, however, persons can have access to a view of the plant 10 based on two or more of equipment monitoring data, process performance data, and process control monitoring data. Similarly, diagnostics performed for the plant 10 may take into account data associated with process operation and the equipment operation and provide a better

overall diagnostic analysis. Thus, applications within the asset utilization suite 50 may use the process control, equipment monitoring and process performance data to make better or more complete decisions that, while not being strictly optimal for one functional area, may optimize the overall plant operation in a way that the independent operation of the different functional areas does not allow.

While the data collection and distribution system 102 can be located between the functional data collection or generation sources 206, 220, 230 and 239 and the asset utilization suite, it can also or instead be located elsewhere in the system 10 depending on what the different data sources which are collecting the disparate data are. In fact, the data collection and distribution system 102 can be located anywhere in the flow diagram of Fig. 3 depending on what the data sources are and which sources are already integrated or provide data in a standard or recognizable format. As indicated above, the data collection and distribution system 102 may be located between the asset utilization suite 50 and the functional areas 206, 220, 230 and 239, which will normally be the case. However, the data collection and distribution system 102 may be located in front of any or all of the functional areas 206, 220, 230 or 239 or some combination of these two. Still further, while the data collection and distribution system 102 has been illustrated as being centralized, i.e., in one place, it could be spread out and implemented at multiple places in the system 10. Thus components of this data collection and distribution software could be executed in multiple different devices in order to be able to collect more or better data from disparate data sources. Each of these multiple data collection applications could operate to collect data from one or more sources, depending on the collection needs and placement of these applications and each application could then provide the collected and formatted data to one or more centralized databases within the system from which this data can be accessed by other applications.

Referring again to Fig. 3, the asset utilization suite 50 is illustrated as including a number of applications which use data collected from different functional areas or data sources within the process control plant 10 including, for the sake of illustration, the performance monitoring functional area 230, the process control functional area 206, and the equipment monitoring functional area 220. Of course, the asset utilization suite 50

may receive any of the data from these areas including the raw data, the reconciled data, the data stored in the historians 212, 226 and 234, the data produced by the monitoring applications 208 and 222, the data produced by the performance models 232, and the data produced by the diagnostic applications 210 and 224. If desired, the asset utilization suite 50 may also use the process models 214 and the equipment models 228. It will be understood that while the asset utilization suite 50 is illustrated as including a specific number of applications, the suite 50 could include any number of applications including one or more which perform any one or more of the functions described herein.

In particular, the asset utilization suite 50 illustrated in Fig. 3 may include one or more integrated plant state monitor applications 240. Such plant state monitor applications 240 may include the index generation application 51 of Fig. 1 that creates indexes associated with devices, like process control and instrumentation devices, power generation devices, rotating equipment, units, areas, etc, and/or associated with process control entities, like units, loops, areas, etc. within the plant 10 based on two or more of process control information and device information and performance information. The generation and display of these indexes will be described in more detail later. However, generally speaking these indexes may be based on process control data as well as process performance and equipment monitoring data and may be displayed in a consistent format to a user via an integrated display.

As illustrated in Fig. 3, the asset utilization suite 50 may include or use an integrated display application 244 (which may be any or all of the interface applications 58 of Fig. 1) that displays different data to any user in an integrated or common manner. Generally speaking, the display application 244 is configured to provide different information to any user, wherein the displayed information reflects or is based on two or more of the process control data 201, the equipment monitoring data 202 and the process performance data 203. The application 244 receives inputs from other applications within the suite 50 and may enable a user to view the raw data 201, 202 and 203, may enable a user to go from screen to screen to view different parts or aspects of the plant 10 based on the raw data or processed data, may enable a user to view processed data, such as data generated by the equipment condition, process monitoring or performance

monitoring applications 222, 208 and 231 the process models 214, the equipment or process diagnostic applications 224 and 210, or data generated by other applications within the asset utilization suite 50.

The asset utilization suite 50 may also include an integrated alarming application 246 which may receive both process and device alarms and may display these alarms in a consistent format to a user. Such an integrated alarm display application is disclosed in U.S. Patent Application Serial Number 09/707,580, entitled "Integrated Alarm Display in a Process Control Network," which was filed November 7, 2000, is assigned to the assignee of this application and which is expressly incorporated by reference herein. The integrated alarm application 246 may produce user displays 248 which provide information on the received alarms, provide an alarm banner integrating the alarms, etc.

The asset utilization suite 50 may also include one or more integrated diagnostic applications 250 which integrate the process control data 201, the process performance data 205 and the equipment condition data 202 to perform diagnostics on a plant wide basis. For example, there are many instances when process equipment data and process control data can be combined to produce a better diagnostic analysis about a condition within the plant 10 than the use of just one of those types of data. Likewise, the output of an equipment condition diagnostic application 224 and the output of a process control diagnostic application 210 can be combined to produce a more complete diagnostic analysis for a process plant than the output of either of the individual applications. The integrated diagnostic applications 250 may include expert engines of any desired types, process and/or equipment models and predictive applications that make predictions about conditions in the plant 10 based on data received or other diagnostic decisions made from other applications. Of course, the integrated diagnostic application 250 may provide a user display via the interface application 244 to indicate different diagnostic analyses. Further, the integrated diagnostic application 250 may enable a user to configure the application 250 to thereby create specific integrated diagnostic determinations. For example, a user may be presented a configuration screen in which the user selects different diagnostic applications to be performed (including for example, both process diagnostic applications 210 and equipment monitoring applications 224) and may then

combine or make other diagnostic decisions based on the outputs of these selected diagnostic applications. In this case, the user may connect the outputs of certain known process and equipment monitoring or diagnostic applications to a new function (which may be, for example, a process performance function) which combines or evaluates these outputs in some way to make a diagnostic determination. Alternatively, a new diagnostic application using both process control data 201 and equipment monitoring data 202 may be created to perform plant diagnostics. In these examples, the diagnostic application 250 may output to a user display via, for example, the user interface application 244.

The fault diagnostic applications 250 may also include a backtracking application that uses both process control data 201 and equipment condition data 202 to determine the source of a detected problem. Backtracking applications which try to locate sources of detected problems based on either process control data or equipment conditioning data exist, but no such backtracking application has been used to pinpoint the problems in a plant based on both process control data and equipment conditioning data. The use of a backtracking application using both process and equipment data may provide a better or more complete answer as to the cause of a problem or condition within the process plant 10 than previous backtracking applications that use only one of process or equipment data. Of course, these backtracking applications integrate process control and equipment monitoring data and, if desired, process performance data to determine a cause of a problem. Such a cause may be a combination of factors that may be weighted differently, a detection of process and equipment conditions that should not exist simultaneously (such as a pump running and a shutoff valve closed), etc. The presentation of these problems may be in terms of probabilities, weighting, predicate condition states, etc. These backtracking or other diagnostic applications may use formal models of the process and equipment, as well as the derivatives of the input and output variables and actual measurements of these variables to compute the total derivative of the output variables with respect to the input variables and evaluate this total derivative using real process measurements to compute the causal contributions of different potential sources. The causal data may also be verified, validated and reconciled with the actual output data from the plant 10 to determine how well the predictions held out.

In any event, one or more other action applications 260 may be provided to take some action with respect to diagnostic decisions made by the integrated diagnostic application 250 or in response to alarms or other conditions. For example, the application 260 may provide a list of potential actions or recommendations to a user via the user interface application 244, or to a predictive application 262 which may predict the result of such recommendations and display such results to a user via the integrated display application 244. These recommendations may, for example, be designed to take actions to correct a problem, to get longer life out of the plant 10, to run the plant 10 more economically or within set financial or EPA constraints, to avoid future problems based on current or predicted process and equipment functionality, etc. The application 260 may also enable the user to run simulations of the plant 10 based on proposed actions to see the simulated effect of these applications prior to implementing the action. The application 260 may take actions to collect more or better data in the act of making a better diagnostic decision. This data collection may entail automatically causing the equipment condition monitoring or the process monitoring applications or the performance monitoring applications to collect more or different types of data.

The application 260 may also, if so configured, automatically take actions within the plant 10, such as resetting set points, tuning loops, reconfiguring equipment, etc. as indicated by the feedback path 264 based on the diagnostic decisions made by the application 250, alarms, etc. These actions may or may not involve using process control applications, equipment monitoring and control applications to implement changes to the system. These actions may also entail reconfiguring the plant 10 to make a different or more of one type of product over another or to otherwise reconfigure the plant 10 to maximize financial gains or effect other concerns. Still further, the application 260 may call other applications, such as an automatic work order generation application 270 (which may be the application 54 of Fig. 1) to order parts needed for equipment, to order raw materials needed to produce new products, etc. Of course, the application 260 may, use integrated alarming, financial constraints or directives or other data to take emergency actions, to perform control to cause automatic or manual changes to be made to the plant 10 to effect directives etc. as necessary.

As will be understood, the user interface 244 can display any or all of a number of different types of user screens based on the application within the suite 50 being executed. Thus, for example, the user interface 244 may display equipment performance screens, raw data screens, sates diagrams 242, etc. The user interface 244 may also display integrated alarm screens 248 produced by the integrated alarm application 246. Similarly, diagnostic displays 273, recommendation screens 274, and screens indicating target production and equipment utilization 275 and 276 may be created by any of the fault diagnostics applications 250. Likewise, production planning and financial screens 277 of any nature may be created by the action taking applications 260. Of course, other types of screens and displays may be created by these and other applications based on data from numerous data sources.

It will be noted that, while Fig. 3 illustrates the process control, the equipment monitoring and diagnostic, and the performance monitoring applications as being separate from the suite of applications 50, these specific applications could be part of or used by the suite of integration applications 50 if so desired. Further, while Fig. 3 illustrates data associated with one embodiment of a plant 10, Fig. 3 is not meant to indicate physical locations of any of the applications within the suite of applications 50. Thus, any and all of the applications and hardware illustrated in Fig. 3 can be located at any desired places within the plant (or even away from the plant 10 if so desired) and these applications need not be located in the same place. Still further, the flow of data between data collectors and the data collection and distribution system 102 as well as between the data collection and distribution system 102 and the applications illustrated in Fig. 3 may occur over any desired network, such as a LAN or WAN, the Internet, any Intranet, etc. Data may be transported in any desired manner using any desired hardware including, for example, any physical medium, any dedicated or shared information transport method including without limit the use of wired, wireless, coaxial cable, telephone modem, fiber optic, optical, meteor burst, satellite, etc. devices. This communication may also use any desired protocol including without limit, Fieldbus, XML, TCP/IP, IEEE 802.3, blue tooth, X.25, X.400, protocols or any other protocol now known or developed in the future.

Moreover, the data may be conditioned or compressed in any stage of being sent to, used by or sent from the integration applications 50. Of course, any known or desired compression may be used including, for example, wavelet signal representation, Fourier, Hadamard, etc. transformation, communication of Fourier etc. coefficients, exception processing, swinging door data compression, etc.

Still further, the integration applications 50 such as the diagnostic application 250 may use any joint models of process equipment and behavior to make diagnostic or predictive decisions including, for example, formal mathematical models, statistical correlations, Kalman filter based estimators, neural networks, fuzzy logic based models or any combination of these or other models.

In one embodiment, the diagnostic application 250 may enable a user to view the characteristics of the waveforms of process or condition monitoring sensor outputs and trend and/or alarm and/or invoke control changes when these patterns change. This functionality can be implemented by pattern recognition with alarm bounds on the feature set, or by looking at the Fourier components and providing trending and/or alarming and/or control initiation based on limits set on the individual Fourier coefficients or a weighted combination of the Fourier coefficients or some function thereof (e.g. the square, total AC power, the PSD coefficients etc.)

In one embodiment, one or more cards, such as input/output (I/O) cards connected to one or more of the process controllers 12 or 14 of Fig 1 may be provided to collect, convert and process or buffer condition monitoring inputs from process and equipment monitoring activities and thus, these cards may implement part or all of the data collection and distribution system 102. These I/O cards (which may be subassembly processors having data collection routines implemented thereon) may perform data collection activities for some or all of the devices, areas, etc. of the process plant 10 to provide the data needed by the integrated applications within the plant 10. These cards may be configured to collect any or all of the process control data, equipment monitoring data or process performance data from various and multiple and different device types or sources within the process control system. Again, such data sources may include, for example, hand held collection devices, laboratory chemical and physical measurement

sources, direct on-line input sources and remote sources. Still further, another card, such as an I/O card connected to a controller may be provided to store and implement the one or more of the integrated applications described herein. Thus, while Fig. 1 illustrates the data collection and distribution applications, as well as the integrated applications within the asset utilization suit being implemented in a centralized computer 30, these applications, and the data collection activities for these applications may be implemented in one or more dedicated cards or other devices distributed throughout the process plant 10. These cards or subassembly processors could be connected directly to a user interface and controller via a system bus such as the bus 32 of Fig. 1 or could be part of an input/output system associated with one or more of the controllers, or could be located elsewhere. Of course, one such dedicated card could run all of the integrated applications or any subset thereof depending on the configuration and nature of the process plant 10 in which it is being used. In some cases, some preprocessing of data collected at the controller level may be performed and this preprocessed or partially processed data may then be provided to another device, such as the computer system 30, which may complete the integrated processing. In this manner, the integrated applications 50 may be distributed in nature when implemented within a plant environment.

One method of collecting and integrating data from disparate data sources will now be discussed with reference to Figs. 4-6. In this example, it will be understood the data collected from disparate sources of data is converted into a format being used by the process control system which is implemented using the DeltaV process control system sold by Fisher Rosemount Systems, Inc. As a result, the process control data is not a remote data source. However, other data, such as maintenance data, performance monitoring data, process model data, financial data, etc. is from external data sources. Generally speaking, this system is configured using a configuration system that stores data about and tracks the configuration of the system. In the past, such a configuration system was limited to the placement and interaction of process control devices, software and strategies and, to a limited extent, included maintenance information about certain devices such as field devices. However, because the main focus of the system was to cater to process control operators, the information displayed to the user and tracked by

the configuration system was generally limited to process control data. In this known system, a configuration data base stored, and an explorer application displayed information pertaining to the process control devices and the data collected by and generated by these devices.

Generally, in order to enable data from different data sources to be collected and used in a single system, a configuration database or other integrated configuration system is now provided to enable different data sources to provide data to the system for use as a single data source. Such a configuration database is used to collect and store data from other, disparate sources of data and an explorer-type display or hierarchy is provided to allow the manipulation, organization and use the collected data to thereby make that data available to different applications.

Fig. 4 illustrates an architectural overview of a system 300 which implements the collection of data from disparate data sources with a process control system. Generally, the system 300 includes an information technology systems (ITS) section 302 which may include a maintenance management system 304, a product inventory control system 306, a production scheduling system 308, as well as other systems connected by a LAN, the Internet, etc. The ITS 302 is connected to a web services section 310 via an XML transaction server 312. The server 312 sends XML wrapped data to the web services 310 indicative of the data used by or generated by the blocks 304, 306, and 308.

The web services 310 includes a series of web service listeners 314 which listen for or which subscribe to certain data from other data sources and provide this data to the subscribing applications. The subscribing applications may be associated with the applications within the ITS 302 or a process control system. The web listening services (which may be part of the data collection and distribution system 102) may listen for and redistribute alarms and events data, process condition monitoring data and equipment condition monitoring data. Interfaces for this data are used to convert the data to a standard format or protocol, such as the Fieldbus or DeltaV protocol or to XML as desired.

The web services 310 are in contact with and receive data from other external data sources via web servers 316. These external sources may include vibration monitoring

data sources, real-time optimization data sources, expert system analysis data sources, predictive maintenance data sources, loop monitoring data sources or other data sources. Of course, each source may be connected via a different external server or the two or more of the data sources may share servers where possible. Likewise, these data sources may be embedded in the process control environment or may be separate from it and connected to the external servers via the Internet or other LAN or WAN. In any event, the web servers 316 may implement some of the functionality of the data collection and distribution system 102 by formatting the received data, if desired.

A process control runtime system 318 is in contact with the web services 310 and the external servers 316. The runtime system 318 includes control applications, operator interface applications, alarms and events applications and real-time data applications any of which can use the data from the external servers or from the web services (and thus from the ITS 302). An Interop system 320 is provided to organize and collect the data from the web servers 316 and web services 310 to make this data available in a common or consistent format useable by the process control runtime system 318. The Interop system 320 may include conversion interfaces such as ROC, OPC, PI and Virtual Controller DLL I/F interfaces which can perform data conversion and recognition on the data received from the web servers 316 and the web service listeners 314.

Finally, a configuration database 322 is used to store and organize the data from the Interop system 320 and the process control runtime system 318, including any data from the remote data sources, such as from the external web servers 316 and the ITS 302. Of course, the ITS 302 may also subscribe to and get data from the process control system and the remote data sources via the web services 310.

Fig. 5 illustrates an example display 350 generated by an explorer-type navigation tool which may be used to store, organize and access the data collected by the data collection and distribution system 102 as stored in the configuration database 322. The display or hierarchy 350 includes numerous different sections which can be used for different purposes. However, the hierarchy 350 represents an organization of, illustrates an overview of and provides access to the data or other elements available to the system. Thus, the hierarchy 350 is used to represent the data stored in the configuration database

as well as to manipulate that data so as to change the configuration of the system in some manner. As can be seen, the example hierarchy of Fig. 4 includes a number of different sections including a “library” section, a “control strategies” section and a “network” section, each of which can be used for different purposes or to represent different data or different organizations of the data stored in or available to the configuration database.

Generally speaking the library section includes lists of and provides access to different elements stored in or associated with the configuration. These elements may be hardware or software elements including, for example, template software modules, field devices, controllers, workstations, etc. To represent, organize and provide access to data from disparate data sources, the library may also include one or more external servers which will be used as data flow conduits from the disparate data sources to the integrated system. These servers are illustrated in Fig. 4 as the web servers 316. As used herein, the integrated system includes all of the hardware and software elements above the data collection and distribution system 102 of Fig. 2. Put another way, the integrated system includes the elements that use the same data format within the system 10.

Beneath each external server and, therefore, associated with it, are defined elements or parameters of the data source using that server as a conduit of data. The defined parameters of the server and, therefore, the data source, may be icons representing applications or hardware devices connected to or stored in the server. These defined parameters may be populated by XML scripts provided by the actual external servers and associated with the different data sources. In some cases, the owners or persons who created the data sources, such as service providers or application creators, may provide the XML scripts defining the operational capability of the servers or data sources associated therewith. Conversely, a user or an operator within the integrated system may populate the library with the information defining the purpose and attributes of the external server.

An example data source illustrated as being associated with an external server in Fig. 4 is the RTO+ application. Generally speaking, the RTO+ application is an optimization application provided and generally implemented by a process control system service provider. This application is usually tailored to a particular process control

system and uses models to model the process control plant for the purpose of optimizing the control of the plant. Under the RTO+ icon, which is physically located on the data source side of the external server, the RTO+ application is illustrated as being concerned with a boiler steam turbine. The RTO+ application provides such information as efficiency of that turbine, the power output by that turbine, and other parameters or data measured by or generated by the RTO+ software regarding the turbine. Further, other elements related to the boiler steam turbine, as provided by the RTO+ software, are illustrated in the library. For example, function blocks defined for or associated with the turbine or listed here as well as parameters of those functions blocks. Likewise, alarms associated with the turbine are illustrated and may be enabled (turned on) or disabled (turned off) here. Likewise, an indication of whether other applications, such as diagnostic applications, which may need to collect data from the turbine via the RTO+ software, are enabled or disabled. Still further, other predefined history data collections, which define data to be collected and stored about the turbine, is listed in this section of the library. It is to be noted that the alarms and other services such as the diagnostic services are not actually parts of the boiler steam turbine. However, they are listed in the library under this element because they acquire data from the turbine and therefore support the turbine.

Referring now to the control strategies portion of the hierarchy 350, the control strategies are organized by, for example, geographical areas such as Area 1, Area2, etc. Each area may be broken down into different units such as Unit1, Unit2, etc. Still further, each unit then can have numerous modules associated therewith. These modules may be any modules, such as modules developed within the process control network in the consistent format or modules associated with disparate data sources. These modules are generally used to configure how different applications operate in conjunction with each other and communicate with each other. This functionality will be described in more detail with respect to Fig. 6.

The control strategies section illustrates information, as stored in the configuration database, regarding the current configuration of the system 10, including the location and interaction of different hardware in the system 10, the location and

interaction of different software elements within the system 10, etc. An operator or user can manipulate the configuration of the system by manipulating the elements within the display 350. For example, to download a piece of software into a hardware device, the user may drag and drop an icon representing that software onto the hardware element. Placing a new device icon into the hierarchy 350 reflects a new device being physically added to the system.

Generally speaking, the configuration database is designed to store and allow manipulation of the modules illustrated in the control strategies sections. Other elements, either hardware or software elements, may be represented by a single module or by a combination of interconnected modules. Thus, when a user is manipulating the icons within the display 350, that user is actually manipulating modules within the configuration database or other databases or memories in which these modules are located.

To enable the collection and use of data from different data sources, the display or hierarchy 350 represents the different data sources as modules or combination of modules. Such modules can then be placed in the configuration hierarchy and can be manipulated in the same manner that modules associated with entities within the integrated system, such as process control modules, are manipulated in the configuration database. When creating a module for a previously unknown or unconnected data source, the user defines the type, nature or meaning of data to be received from that data source in the context of a module. Using this information construct, the data actually received from that data source can then be categorized, labeled, recognized and used within the integrated system in the same manner as data from other modules of elements within the integrated system. In this manner, any type of data that is received from a disparate data source can be collected and stored, even if an organization or person completely unassociated with the integrated system has created the application or device that actually generates the data. Of course it will be understood that the data from the data source is communicated to the configuration database after being converted by a data conversion technique, such as OPC, PI, Fieldbus, etc. As indicated above, this function is performed by the data collection and distribution system 102, not actually shown in the hierarchy

350 of Fig. 5. A more detailed description of a modules for the steam turbine is provided with respect to Fig. 6.

The network section of the hierarchy 350 illustrates the physical and operational interconnections of the network. Of course, there will generally be many different types of devices and elements associated with the network. However, one illustrated element is an ACN (Area Control Node) which includes a controller node. The controller node, in turn, has control strategies, such as control and communication software stored therein. The ACN also includes one or more input/output (I/O) devices which may be Fieldbus I/O devices, HART I/O devices, etc. Of course each I/O device may have different ports, devices, function blocks, etc. connected thereto or communicatively tied to the I/O device. One or more workstations may also be associated with the ACN. These workstations may be user interfaces or other types of workstations. The workstation illustrated in Fig. 5 supports or implements numerous applications or other functional elements including, in this example, alarms and alerts processing or display applications and control strategy applications, such as those which are used to configure the controller, field devices, etc., to get information about the controller and field devices.

To enable the collection of data from different or disparate data sources, an Interoperation (IOP) section is also provided or executed by this workstation. The IOP section (which is also illustrated in Fig. 4) includes one or more of the external servers identified in library section of the hierarchy 350. Here, the RTO+ external server (called external server 1) is supported by the workstation illustrated in the ACN. Of course, other external servers associated with other data sources such as those described with respect to Figures 2 and 3 may be provided in this workstation, in other workstations in this ACN or in other ACNs, as desired. Any reasonable number of devices may be supported by the external server. While all of these devices may be associated with the RTO+ application or service, not all devices supported by a server need to be associated with one particular data source. In this manner, a single server can support many different data sources.

In this example, one of devices being supported by the external server 1 is the boiler steam turbine discussed previously. As similarly indicated in the library section,

the boiler steam turbine may include properties, such as efficiency, power, etc., function blocks, alarms, etc. Also similar to the library section, the user may configure to receive or enable alarms such as device alarms in this location of the hierarchy by selecting the alarm of the turbine device and enabling it here. Still further, the user can access the alarms, properties (such as efficiency and power), function blocks and parameter data in this location of the hierarchy 350.

In this manner, using the IOP section of the hierarchy 350, a user can define and then provide access to data from devices, applications, etc. associated with data sources that were previously unconnected to the integrated system. In some cases, the user will define one or more modules for the external data sources, such as for external devices or applications, and uses these modules to organize and make the data collected from the disparate data sources available to other applications. As part of this process, the user may device function blocks, parameters, alarms, etc. associated with the external data sources. This is the case even though the modules or function blocks for the external data sources do not actually exist within the external data sources but are, instead, located within the data collection and distribution system 102 as implemented by the workstation and external server connected to that external data source.

Using the configuration hierarchy 350 of Fig. 5, the user defines or imports modules associated with data sources, such as devices or applications, connected through external servers supported by the IOP services. Fig. 6 illustrates a configuration screen presented by a configuration application which enables modules to be created and manipulated so as to be connected to other modules within the integrated system. Using this configuration screen, modules for applications and devices within the integrated system and modules for applications and devices outside of the integrated system, i.e., associated with the disparate data sources, can be connected together so as to communicate with one another. This connectedness then defines the data flow between modules and, thus, the data flow between external data sources and applications within the integrated system or vice versa.

Modules may be created by dragging one of a plurality of module templates 360 (on the left side of the screen of Fig. 6) and placing the selected template into the

configuration screen 362 . The module may then be assigned to a particular device or data source, such as the turbine device within the IOP services or within the library of the hierarchy of Fig. 5 using pop up properties boxes and the like. Once connected with a particular external device or data source via an IOP service and external server, the module may be defined to include certain parameters associated with that device. Such parameters may be properties of the module that are available from the module such as, by way of example, outputs from the module. Some or all of the defined module parameter data may be reflected as associated with the external device or data source in the hierarchy 350 of Fig. 5.

In this case, a steam turbine module 364 includes an efficiency parameter 366 and a power parameter 368 which are available as outputs from the module. The other elements of the module 364 reflected in the hierarchy 350 of Fig. 5 are also provided as part of the module including the function blocks, the device inputs and outputs, alarms associated with the device, etc. The turbine module 364 associated with or created for the boiler steam turbine of the hierarchy 350 of Fig. 5 also includes alarms, which are the alarms identified by or enabled by the user in the IOP or library sections of the hierarchy 350. One of these alarms is available as an output. The outputs of the module are data associated with the turbine device that are provided through the external server from the device itself or other software associated with the device. These outputs may be parameters, measured values, etc. depending on how the module 364 is defined. The inputs to the module are inputs from applications etc. which may be sent through the external server to the actual device or software associated with that device to effect that device in some manner. In effect, the inputs of the module 364 are data or control signals that the associated device will accept or recognize. The function of these inputs will be defined by the device or software associated with the device. These inputs enable data from other modules, such as modules within the integrated system or modules associated with other external data sources to be sent to the external data source or device through the IOP services and thus through the external server connected to the external data source. The external data source may use this input data in any manner it desires. It may, for example, be controlled by this input data, or use this input data to make better or more

accurate calculations about the parameters of the device, etc. If desired, the modules for the external data sources may also include software which use the inputs, outputs, parameters, etc. to make calculations of some nature.

In the preferred embodiment of the configuration system, the modules created for the devices, applications, etc. within the integrated system and the external data sources are based on the Fieldbus or DeltaV module concept, which are very similar. Here, the module 364, because it is associated with an external data source which does not use the module organization, is a shadow function block or shadow module. Generally speaking, a shadow function block or shadow module element is a function block or module in the configuration database of the integrated system and is configured to be useable as a module. This shadow module, however, is in contact with the data source or device and has its outputs generated by or provided by that external device. Furthermore, the shadow module provides the inputs it receives to the external data source. Thus, the shadow module merely has inputs and outputs and a state that reflects the inputs to, outputs of and the state of the actual device or data source as determined by the data received from that data source. The use of a shadow module, however, makes the inputs and outputs of the external device or data source accessible to the other modules within the integrated system, such as modules associated with applications in the asset utilization suite 50. In this manner, the shadow function block or module operates as a conduit of information between the external data source and the applications within the integrated system by putting the data received from the external data source in a format that is usable by other applications within the integrated system. The description and use of shadow function blocks is described in U.S. Patent Application Serial No. 09/151,084 entitled "A Shadow Function Block Interface For Use in a Process Control Network" which was filed on September 10, 1998, which is assigned to the assignee of the present application and which is hereby incorporated by a reference herein.

The configuration screen 362 of Fig. 6 illustrates that the user has configured the turbine module 364 to provide outputs thereof to inputs of another module which is identified as a calculation or Calc module 370. The Calc module 370 includes a power input received from the turbine module 364 and an input received from a PID module 372

which may be a module associated with a process control routine within the integrated system. The Calc module 370 uses these inputs to create an output which may be indicative of a need to change some parameter within the turbine associated with the module 364. In this example, the output of the Calc module 370 is provided to an input of the turbine module 364 so that this data is sent, via the IOP services and the external server, to the application (such as the RTO+ application) that provides the data associated with the turbine. It will be understood that the Calc module 370 is a module which is implemented in and run in a workstation within the integrated system. The Calc module 370 may be associated with another application, such as one of the applications with the asset utilization suite 50. As such, the configuration screen 362 of Fig. 6 illustrates the manner in which one external data source is coupled to an application within the integrated system to provide data to that application. Still further, the application within the integrated system (i.e., the Calc module 360) uses the remote data and process control data to perform a calculation and sends other data or information to the external data source via an external server. It will be understood that the external server is configured to use OPC or any other desired communication conversion protocol to convert the data to the proper format when flowing in either direction between the integrated system and the external data source.

While a configuration or communication strategy between an external data source and an application within the integrated system is illustrated in Fig. 6, it will be understood that modules for other data sources, different modules associated with the same data source, etc. could be created as well and interconnected to provide communication between any external data sources and any applications within the integrated system. Still further, modules from different external data sources could be communicatively coupled together to provide communication between these data sources. In this case, the data collection and distribution system 102 provides the necessary data collection and conversion between the data formats associated with the different external data sources.

One example of manipulation of data from an external data source within a module created to collect and organization data from that source is the use or creation of

alarms for an external data source. In particular, alarms can be defined for a module to collect and reflect actual alarm data provided from the external source. Additionally or alternatively, alarms can be created within a module based on data received from the external data source associated with that module. In the case in which alarms are created within the module, a function block within the module can acquire data from the external source as well as data from other sources if so desired and perform any desired computation to determine if an alarm or alert condition exists. If so, this function block may set an alarm signal that will be associated with the module and that can be monitored by or sent to alarming applications which process this alarm in the same manner as other alarms are processed. Such alarm processing could include displaying the alarm to the user, storing the alarm, enabling the alarm to be acknowledged, etc. Furthermore, the alarm capability of a module, such as a module associated with an external data source can be enabled or disabled (which may turn the alarm capabilities of the module on or off) via the hierarchy 350 of Fig. 5. Thus, it will be understood that data from external data sources can be mapped to an alarm within the module or can be used to generate an alarm for the module and, thus, for the external data source.

To access, acquire or view data from an external data or associated with an external data source, a user may go through library section of the hierarchy 350 to view the information associated with the external servers. Additionally, the user may view the control strategies and look for the particular module for the external data source. Still further, the user may use the ACN, workstation, IOP, external server, device path within the hierarchy 350 to find the appropriate data.

Similar to the alarm services, other types of services for the external data sources, such as diagnostic services, may be provided for the external data sources using the hierarchy 350 of Fig. 4 and the data collection and distribution system 102. For example, some diagnostic applications regularly collect data from or about modules within the integrated system and use this data to diagnose problems, poor performance, etc. The same diagnostic applications can now be used to collect data about external data sources using the modules created for that data source. Thus, the data needed by the diagnostic application can be collected in an automatic manner as long as the module associated

with the external data source is configured to receive or collect the data needed for the diagnostic application from the external data source. In some cases, the information about the module itself, such as variability within inputs, outputs or other parameters of the module may be used for diagnostic purposes. Of course, any desired data may be collected or used for these diagnostic applications. Similar to alarms, the diagnostic applications, such as the Inspect application sold by Fisher-Rosemount Systems, Inc. may be enabled or disabled in the hierarchy 350 of Fig. 5. This diagnostic application is described in detail in U.S. Patent Application Serial No. 09/256,585 entitled "Diagnostics in a Process Control System." Of course, other diagnostic applications could create indexes for the external data source to indicate a health of that data source or device associated with the data source. Such indexes might include a utilization index, a performance index, a variability index or other help index.

Using a common module definition or scheme within the data collection and distribution system 102 makes the creation and use of this system more easily understood, programmed and used. Thus, it may be desirable, although it is not necessary, to use an open or well known module protocol, such as the Fieldbus protocol, the Delta V protocol, which is very similar to the Fieldbus protocol or other open protocol to create and manipulate the modules described herein. When using such an open protocol, service providers who may be supplying or overseeing the external data sources may be able to support the data collection and distribution system 102 by creating a front end for the external system that uses the open protocol to communicate data to the data collection and distribution system 102. If this is the case, an OPC, PI, etc. front end for the data collection and distribution system 102 may not be necessary for that data source. Instead, the modules created by the data collection and distribution system 102 may simply be imported from the remote data sources themselves. Furthermore, the provision of this front end on the external data sources enables the operators or owners of these data sources to define the data available from their system, to provide alarms and alerts that are most pertinent to their system, to better support diagnostic applications used within the integrated system, etc., all of which makes their products or services more desirable. Likewise, this front end makes it easier for their applications to acquire and use data from

other sources, such as other external data sources and applications within the integrated system, which may add value to their product.

While the data collection and distribution system has been describe herein as using modules and being organized and manipulated using an explorer-type hierarchy such as that of Fig. 5, it will be understood that this is only one way to implement this system. Any other manner of collecting the data from external data sources, converting it to a common or usable format, storing that data and providing the data to other applications could be used as well. Furthermore, while the data collection and distribution system 102 of Fig. 3 has been illustrated as being a single entity, it could be distributed in nature. Thus, different workstations or other computer devices spread throughout an integrated system may collect data from different sources and process and store this data in a manner that makes it available to the integrated system.

Once the data collection and distribution system 102 is configured, there are many different types of applications which can use the data collected from disparate data sources to perform new or more complete functions within a process environment. For example, one or more of the applications within the asset utilization suite 50 may be used to execute or oversee the execution of one or more mathematical or software models that model the operation of a particular plant or entities within the plant, such as devices, units, loops, areas, etc. Thus, process or device models may be created and implemented to use the collected data. These models may be based on process equipment or process regions. In one embodiment, to generate these models, a modeling expert divides the plant into component equipment and provides a model for the different component parts at any desired level of abstraction. For example, the model for a plant is implemented in software and is made up of or may include a set of hierarchically related, interconnected models for the different areas of the plant. Similarly, the model for any plant area may be made up of individual models for the different units within the plant with interconnections between the inputs and outputs of these units. Likewise, units may be made up of interconnected equipment models, and so on. Of course, area models may have device models interconnected with unit models, loop models, etc. In this example model hierarchy, the inputs and outputs of models for the lower level entities, such as

devices, may be interconnected to produce models for higher level entities, such as units, the inputs and outputs of which may be interconnected to create still higher level models, such as area models, and so on. The way in which the different models are combined or interconnected will, of course depend on the plant being modeled. Of course, these models may receive needed data from external data sources in the manner described above.

An example use of hierarchical software models will now be described with respect to Figs. 7A and 7B. Fig. 7A illustrates models for multiple areas 380, 381 and 382 within a refining plant. As illustrated in Fig. 7A, the area model 382 includes a component model of a raw material source 384 which feeds raw material such as crude oil to a pre-processor model 388. The pre-processor 388 provides some refining to the raw material and provides an output, typically crude oil to a distillation process 390 for further refining. The distillation process 390 outputs C_2H_4 , usually a desired product, and C_2H_6 which, generally speaking, is a waste product. The C_2H_6 is fed back to a C_2 cracker 392 which provides its output to the pre-processor 388 for further processing. The feedback from the distillation process 390 through the C_2 cracker 392 is a recycling process. Thus, the model for the area 382 may include separate models for the raw material source 384, the pre-processor 388, the distillation process 390 and the C_2 cracker 392 having inputs and outputs interconnected as illustrated in Fig. 7A. That is, each component model may be tied to the inputs and outputs of other component models in the manner illustrated in Fig. 7A to form the model for the area 382. Of course, the models for the other areas 380 and 381 could have other component models having interconnected inputs and outputs. These models may be implemented in a processor associated with an external data source and provide outputs, such as efficiency, etc. to the integrated system. Conversely, the models may be implemented within the integrated system and receive data from one or more external data sources.

Referring now to Fig. 7B, the component model for the distillation process 390 is illustrated in more detail and includes a distillation column 400 having a top portion 400T and a bottom portion 400B. The input 403 to the distillation column 400 is an indication of pressure and temperature which may be tied to the output of the model for

the pre-processor 388 shown in Fig. 7A. However, this input could be set by an operator or be set based on actual measured inputs or variables within the plant 10. Generally speaking, the distillation column 400 includes a number of plates disposed therein and fluid moves between the plates during the distillation process. C_2H_4 is produced out of the top 400T of the column 400 and a reflux drum 402 feeds back some of this material to the top 400T of the column 400. C_2H_6 generally comes out of the bottom of the column 400 and a reboiler 404 pumps polypropylene into the bottom 400B of the column 400 to aid in the distillation process. Of course, if desired, the model for the distillation process 390 may be made up of component models for the distillation column 400, the reflux drum 402 and the reboiler 404, etc. having the inputs and outputs of these models connected as illustrated in Fig. 7B to form the component model for the distillation process 390.

As noted above, the component model for the distillation process 390 may be executed as part of a model for the area 382 or may be executed separately and apart from any other models. In particular, the input 403 to the distillation column 400 and/or the outputs C_2H_4 and C_2H_6 can actually be measured and these measurements may be used within the model of the distillation process 390 in a number of ways as described below. In one embodiment, the inputs and outputs of the model of the distillation process 390 may be measured and used to determine other factors or parameters associated with the model of the distillation process 390 (such as the distillation column efficiency, etc.) to force the model of the distillation process 390 to more accurately match the operation of the actual distillation column within the plant 10. The model of the distillation process 390 may then be used with the calculated parameters, as part of a larger model, such as an area or plant model. Alternatively or additionally, the model of the distillation process 390 with the calculated parameters may be used to determine virtual sensor measurements or to determine if actual sensor measurements within the plant 10 are in error. The model of the distillation process 390 with the determined parameters may also be used to perform control or asset utilization optimization studies, etc. Still further, component models may be used to detect and isolate developing problems in the plant

10 or to see how changes to the plant 10 might affect the selection of optimization parameters for the plant 10.

If desired, any particular model or component model may be executed to determine the values of the parameters associated with that model. Some or all of these parameters such as efficiency parameters may mean something to an engineer within the context of the model but are generally unmeasurable within the plant 10. More particularly, a component model may be generally mathematically described by the equation $Y = F(X, P)$, wherein the outputs Y of the model are a function of the inputs X and a set of model parameters P . In the example of the distillation column model of the distillation process 390 of Fig. 7B, an expert system may periodically collect data (e.g., every hour, every ten minutes, every minute, etc.) from the actual plant indicative of the actual inputs X to and the outputs Y from the entity to which the model pertains. Then, every so often, a regression analysis, such as a maximum likelihood, least squares or any other regression analysis may be performed using the model and multiple sets of the measured inputs and outputs to determine a best fit for the unknown model parameters P based on the multiple sets of measured data. In this manner, the model parameters P for any particular model may be determined using actual or measured inputs and outputs to reconcile the model with the entity being modeled. Of course, this process can be performed for any and all component models used within the plant 10 and can be performed using any appropriate number of measured inputs and outputs. Still further, the collected data, or the information calculated from this data, may be provided to the data collection and distribution system 102 and used in modules reflecting these models, the elements modeled by these models, etc.

In any event, using these component models, or the data collected or generated by these models, the asset utilization suite 50 can perform asset performance monitoring by plotting the values of the determined model parameter(s) (and/or model inputs and outputs) versus time. Still further, the models, whether run in a data source or in the asset utilization suite 50, can detect potentially faulty sensors. If one or more of the sensors appears to have a high or an otherwise unacceptable error associated therewith, the asset

utilization suite 50 can notify a maintenance person and/or a process control operator of the faulty sensor.

As noted above, the parameters, inputs, outputs or other variables associated with any particular model may be stored and tracked to provide performance monitoring for a unit, an area or any other entity of a process or a plant. If desired, two or more of these variables may be tracked or monitored together to provide a measure of the performance of the entity.

The asset utilization suite 50 can monitor one or more entities based on model parameters or other model variables and can report the operating states or performance measures of these entities to any other desired persons, functions or applications within the process control plant 10, such as to a process control expert system, a maintenance person, a business application, a user interface routine, etc. Of course, the asset utilization suite 50 may perform performance or condition monitoring on any desired entity, based on one, two, three or any other desired number of parameters or variables for each entity. The identity and number of variables or parameters to be used in this performance monitoring will generally be determined by an expert familiar with the process and will be based on the type of entity being monitored.

If desired, the asset utilization suite 50 or more particularly, the state monitor application 240 may define a performance index or plot by comparing one or more of the parameters determined by the models as described above with the same parameter determined by the model run in accordance with the design parameters of the entity being modeled. In particular, the asset utilization suite 50 may execute a model using the design parameters of the entity within the plant 10 to which the model pertains to determine what the designed performance of the entity would be if it was operating according to the current state of the process and using the actual inputs to the entity as measured within the plant 10. This design performance can then be compared to the actual performance of the entity as determined by the component model for that entity or as determined by the measured inputs and outputs of the entity to generate a measure of the performance of the entity.

The component models may also be used to perform process optimization. In particular, the asset utilization suite 50 may use one or more optimization routines which execute the individual component models to optimize the operation of the plant in terms of some optimization criteria provided by, for example, a process control operator or a business person via a business application. The optimizer can be a real time optimizer which operates in real time to optimize the plant 10 based on the actual state of the plant 10 at that time. Alternatively or additionally, an optimizer may determine changes to be made to the plant 10, such as bringing certain devices or units back on line, that will provide the greatest optimization of the plant 10. Of course, other types of optimization routines may be executed instead of or in addition to those mentioned here.

As a result of the above discussion, it can be seen that the use of models provides many new types of data or information for the business applications, process control applications and asset maintenance and performance monitoring applications. In particular, the models can be used to perform performance monitoring and to produce a performance index which indicates the relative performance of a device, unit, area, etc. within a plant. This performance index may be a measure of the performance of an entity with respect to the possible performance of that entity. Furthermore, while device and unit models have been discussed above, similar models could be made and executed for process control entities, such as loops, units, etc. to provide performance measures and optimization criteria for these types of entities as well. Also, as indicated above, models may, in some cases, be used to measure or indicate the health of certain devices or other entities and to provide a health index indicative of these entities. For example, the error measurements of certain input and output sensors as determined by the regression analysis used on certain models may be used as or converted into an indication of the health of those devices. Also, other information not otherwise available to the process controller, such as model parameters and virtual sensor measurements based on the models could be provided to the process controllers or to the business persons for use in numerous manners.

Besides performance and health indexes, the asset utilization suite 50 can assist the index generation routine in creating other types of indexes such as a utilization index

and a variability index. A variability index indicates how much some signal into or out of, or some other parameter associated with a device, loop, unit, etc. varies as compared to how much this signal or parameter is expected to vary. The data needed to create this variability index may be collected by the asset utilization suite 50 via the data collection and distribution system 102 and provided to the index generation routine at any desired or convenient times. Of course, the normal amount of variation of a signal or parameter may be set by a manufacturer, engineer, operator or maintenance person familiar with the entity or may be based on a statistical measure (such as an average, standard deviation, etc.) associated with that or other similar entities within the plant and this normal or expected variation may be stored by or updated within the index generation routine.

The utilization index, in one form or another, tracks or reflects the utilization of individual loops or other entities and may provide some indication as to whether these entities are being utilized based on previously determined bench marks or operational goals. A utilization index can be generated based on measured uses of the actual device. For example, a device may be measured as to how often it is being used within a process compared to a desired utilization. The utilization index might identify loops, etc. which are not being used as designed.

As indicated above, the user interface routine 244 provides a graphical user interface (GUI) that is integrated with the asset utilization suite 50 described herein to facilitate a user's interaction with the various asset utilization capabilities provided by the asset utilization suite 50. However, before discussing the GUI in greater detail, it should be recognized that the GUI may include one or more software routines that are implemented using any suitable programming languages and techniques. Further, the software routines making up the GUI may be stored and processed within a single processing station or unit, such as, for example, a workstation, a controller, etc. within the plant 10 or, alternatively, the software routines of the GUI may be stored and executed in a distributed manner using a plurality of processing units that are communicatively coupled to each other within the asset utilization system. Still further, the data used by the GUI to create certain screens may be accessed from external data sources via the data collection and distribution system 102.

Preferably, but not necessarily, the GUI may be implemented using a familiar graphical windows-based structure and appearance, in which a plurality of interlinked graphical views or pages include one or more pull-down menus that enable a user to navigate through the pages in a desired manner to view and/or retrieve a particular type of information. The features and/or capabilities of the asset utilization suite 50 described above may be represented, accessed, invoked, etc. through one or more corresponding pages, views or displays of the GUI. Furthermore, the various displays making up the GUI may be interlinked in a logical manner to facilitate a user's quick and intuitive navigation through the displays to retrieve a particular type of information or to access and/or invoke a particular capability of the asset utilization suite 50.

In one embodiment, similar to Fig. 5 above, the GUI may perform or present a set or series of hierarchical displays in which more basic or common information about the nature of the process control system (such as the areas, loops, devices, controller routines performance monitoring applications, etc. within the plant) is displayed in some manner in a higher level display. Then, in a series of subsequent lower level displays, which may be accessed by selecting and clicking on any of the particular information within the higher level display, may provide further information about the control routines, the maintenance routines, the interconnections of process control equipment, as well as actual performance measurements, process control routine activity such as alarms, problems, etc., performance measurements such as performance recommendations, predictions, etc. and maintenance information such as problems occurring within the plant etc. Other lower-level displays may then provide further information about elements in those displays. In general, such a hierarchical display provides more information about particular areas, loops, etc. and the problems associated therewith from the standpoint of process control activities, maintenance activities as well as process performance activities as the user drills down or go into lower levels in the display.

Generally speaking, the GUI described herein provides intuitive graphical depictions or displays of process control areas, units, loops, devices, etc. Each of these graphical displays may include numerical status and performance indexes (some or all of which may be generated by the index generator routine described above) that are

associated with a particular view being displayed by the GUI. For example, a display depicting a process control area may provide a set of indexes reflecting the status and performance of that area (i.e., a particular portion of the process control system at a particular level of the equipment hierarchy). On the other hand, a display depicting a loop may provide a set of status and performance indexes associated with that particular loop. In any event, a user may use the indexes shown within any view, page or display to quickly assess whether a problem exists within any of the devices, loops, etc. depicted within that display.

Additionally, the GUI described herein may automatically, or may in response to a request by a user, provide maintenance information to the user. The maintenance information may be provided by any portion of the asset utilization suite 50. Similarly, the GUI may display alarm information, process control information, etc., which may also be provided by the asset utilization suite 50. Still further, the GUI may provide messages to the user in connection with a problem that has occurred or which may be about to occur within the plant 10. These messages may include graphical and/or textual information that describes the problem, suggests possible changes to the system which may be implemented to alleviate a current problem or which may be implemented to avoid a potential problem, describes courses of action that may be pursued to correct or to avoid a problem, etc.

Still further, the GUI described herein may automatically, or in response to a request by a user, provide process performance information to the user. The process performance information may be provided by any portion of the asset utilization suite 50. Such performance data or information may include performance measures, predictions or recommendations to the user about changes to the process to alter the performance, may include inputting or displaying the performance goals currently being used by the system etc.

Fig. 8 is an exemplary depiction of a display representing a unit 500 within a process control system that may be displayed by the GUI. As illustrated in Fig. 8, the unit 500 includes a plurality of devices such as, for example, valves, pumps, temperature transmitters, etc., all of which may be depicted graphically as shown. Additionally, the

display may further include lines arrows, and any other indicia to represent logical and physical interconnections between the various devices. Of course, such graphical representations of process control systems (or portions of process control systems) are well known in the art and, thus, the manner of implementing these graphical representations or displays will not be described in further detail herein.

The GUI display shown in Fig. 8 also includes a plurality of index names and values 550. In particular, the index names and values 550 include a performance index, a health index, a variability index and a utilization index, all of which have been discussed briefly above in connection with the asset utilization suite 50 and the index generation routine thereof. The index names and values 550 may be displayed in a tabular format as shown or in any other desired format. The index names and values 550 are representative of the performance and status of the entire unit 500 and, thus, the index values shown are preferably, but not necessarily, composed of the index values or fields associated with each of the sub-units and/or devices that make up the unit 500.

Before discussing the GUI and the manner in which asset information, process control information, maintenance information, diagnostic information, performance information or any other type of information is displayed to a user thereby, a brief discussion of the manner in which the performance and status indexes are generated is provided below. Also, it should be recognized that while a performance index, a health index, a variability index and a utilization index are described in detail herein in connection with the various displays of the GUI, additional and/or different indexes may be generated by the asset utilization suite 50 and displayed via the GUI. It will also be understood that some or all of the data displayed by the GUI may come from an external data source.

In general, the indexes generated by the index generator routine and displayed via the GUI may be calculated for individual devices, for logical and/or physical groupings of devices, for logical processes (e.g., control loops), for logical groupings of process equipment such as units and areas, etc. In other words, the indexes may, in principal, be calculated at each level of the equipment and logical hierarchy of a process control system or, more generally, an asset utilization system, which may include one or more

process control systems. However, the meaning of a particular index may depend on the context (i.e., whether the index corresponds to a logical or a physical grouping of devices and/or parameters) in which the index is generated and displayed and may depend on the level of the hierarchy at which it is displayed. For example, at the lowest level of the equipment hierarchy, indexes correspond to physical devices such as valves, temperature sensors, actuators, etc. Thus, each device may have a unique set of indexes that may be generated within the device or for the device based on information stored within the device at the time the device is manufactured. Accordingly, each device may generate and provide its indexes to higher levels of the hierarchy and to the asset utilization suite 50 as needed.

Similarly, units or loops, each of which is composed of one or more devices or function blocks may each have a unique set of indexes. Of course, the calculation of one or more of the performance, health, variability and utilization indexes may not be appropriate, required or useful for every level of the logical and equipment hierarchies. Any or all of these indices may be indicative of the health of a device or other entity within the system. For example, the health index (HI) for a device may be based on historical usage of the device. In particular, the device manufacturer may store information relating to the life cycle of the device within the device and, based on the usage of the device and the environmental impacts imparted to the device during its operation (e.g., temperature variations, shocks, etc.), the device may determine to what extent the device has moved along its life cycle curve (i.e., aged). The manufacturer may program a device to provide an HI value which is indicative of the current status of the life cycle of the device. For example, a stroke type valve may have an expected useful operating life cycle of 250,000 full stroke cycles and the manufacturer of the stroke valve device, which is typically a smart field device, has stored in its memory the expected number of lifetime operating strokes along with the current number strokes that the valve has completed. Thus, in the case where an HI value may range from good, need maintenance soon (NMS) and need maintenance now (NMN), the HI value generated may be based on the number of strokes ranging from zero to 250,000. Of course, the precise relationship between the HI values and the life cycle characteristic (e.g., strokes)

may not be linear. To the contrary, many life cycle characteristics follow an exponential characteristic, whereby failure and degradation in device performance/operation progresses more rapidly as time passes, as strokes are completed, etc. Of course, there are many other manners of defining or computing an HI for a device, based on the current detected state of the device and how well it is operating. The HI for a loop, on the other hand, is preferably, but not necessarily, based on functions blocks that make up the loop.

Similarly, the UI calculated for the loop, area and unit levels, represents the degree to which a particular asset (e.g., a loop) is being exploited in comparison to its capacity or desired utilization. For example, the UI value may be based on the amount of time for which loops are being used to perform control as designed.

Fig. 9 is an exemplary graphical display that may be provided by the GUI to enable a user to quickly analyze the operational status and performance of a process area within the plant 10. As shown in Fig. 9, the GUI may graphically depict the physical equipment (and the interconnections therebetween) within a process area 600. Of course, it should be recognized that although a process area is depicted within the GUI display shown in Fig. 9, any other portion of the plant 10 such as, for example, a unit, sub unit, loop, device, etc. may be shown instead to achieve the same or similar results. In any event, the process area 600 is depicted as having a pair of tanks, a plurality of temperature transmitters, pressure transmitters, flow transmitters, etc. and pipes, all of which may be interconnected as shown in Fig. 9. Further, each of the physical devices may be displayed along with an associated alphanumeric identifier (e.g., TT-394) that uniquely identifies that device within the plant 10 and may also be displayed along with a graphic meter or gauge (i.e., the partially shaded semi-circular features) that enables a user to quickly determine the status of the sensing parameter associated with that device. For example, the GUI may display a graphic meter or gauge associated with a temperature transmitter and may shade more or less of the meter based on the temperature currently being sensed by the temperature transmitter. Importantly, one or more of the VI, HI, UI and PI values may be displayed for one or more of the devices shown within the area 600. By way of example only, the HI values for several of the devices that are connected to a tank 610 within the area 600 are displayed. However, more or fewer HI values could be displayed

if desired. Additionally, different index values or groups of index values may be displayed for any of the devices that appear within the area 600 as desired. As can be appreciated from the display shown in Fig. 9, a user can quickly ascertain whether an area is performing properly and will continue to perform properly. Further, a user can also quickly identify those devices, units, sub units, etc. that may need attention and/or which may be causing a particular problem.

It will also be understood that a user may view successively lower and lower entities within a plant and be provided information about the indexes associated with each of these different entities or views. Thus, for example, a user may look at a view of the plant and see a particular set of indexes for the plant. The user may then focus on one area, such as by clicking on one of the areas within the plant view, and see the indexes associated with that area. Similarly, by clicking on units within the displayed area, the indexes for different units may be viewed. Likewise indexes for loops, sub units, devices etc. may then be viewed by focusing in on these different entities from a view of an entity in which these entities are located. In this manner, a user can quickly find the cause of a lower than (or higher than) expected index at any point or level of the plant. Of course, some of the displayed data for the system is based on or developed from data received from external data sources via the data collection and distribution system 102.

Fig. 10 is an exemplary depiction of a display that may be provided by the GUI to enable a user to view audit trail information in connection with any device used within the area 600. By way of example, a user may use a mouse to click on a given device or its alphanumeric identifier or, alternatively, may enter the identifier via a keyboard, to request a pop-up audit trail window 650 for that device. In this manner, a user can use the audit trail information to determine whether an improper or unacceptable index value may be related to a failure to calibrate the device properly or in a timely manner, whether a device has been configured properly or at all, etc.

Fig. 11 is an exemplary depiction of a display that may be provided by the GUI to enable a user to perform a more detailed analysis of the data which may be used in generating one or more of the indexes for a particular device within the area 600 or to

perform condition monitoring. By way of example only, a vibration analysis for a motor 675 may be displayed in a pop-up window 680. A user may request such a pop-up window in response to an abnormally high or an abnormally low index value for the unit affected by the motor 675 and/or may request the window if an index value associated with the motor is indicative of a possible problem. Furthermore, if desired, the GUI may automatically provide such pop-up windows containing a detailed data analysis for those devices, units, etc. that have one or more abnormal index values.

Fig. 12 is yet another exemplary depiction of a display that may be provided by the GUI to enable a user to quickly investigate alarm information, conditions, etc. within the plant 10. A high level graphical view 750 of the plant 10 may include an alarm banner 760 having one or more pending alarms. Each of the alarms within the alarm banner may be represented using an alphanumeric indicator that is uniquely associated with the device or other entity which generated the alarm or event. Additionally, each of the alarms within the banner 760 may also include an information button 770, which may be selected by a user to generate a pop-up window 775 containing more detailed information relating to that particular alarm. Further, the user may also select the alphanumeric designator for the device causing a particular alarm to investigate the possible reasons for the alarm. When the alphanumeric designator is selected, a pop-up window 780 may be provided by the GUI. The pop-up window 780 may provide one or more response categories 785, which may facilitate the user's understanding of how a particular alarm should be addressed and within what time frame the alarm should be addressed. By way of example, the pop-up window 780 may indicate that a particular device is no longer communicating, that the device has failed, that the device needs maintenance immediately, or that the device requires maintenance or some other attention soon. Of course more, fewer and/or different response categories may be used instead. The alarm display generated by the GUI at this point may be the integrated display disclosed in U.S. Patent Application Serial Number 09/707,580 (filed November 7, 2000) which is hereby expressly incorporated by reference herein. Generally, this alarm display may show process alarms and alerts as well as other types of alarms like maintenance alarms and alerts. Still further, process performance alarms may be displayed to show

alarms related to poor process performance. Furthermore, information about the alarm, such a specific information provided in the field 775 of the alarm banner may be sent to the GUI or to the asset utilization suite 50 along with the alarm. As will be understood, the alarm and alert information may come from external data sources in the manner indicated above with respect to Figs. 3-6.

Figs. 13 and 14 depict further displays which may be produced by the GUI to provide additional information related to control performance, control utilization, device health or process performance. In particular, referring to Fig. 13, the left-hand side shows a tree structure having hierarchical information about the process control plant, including a DeltaV system (which is a controller system), an "Area A," a "Pro-Plus" area as well as additional higher level elements within the process control plant. Selecting some of these elements such as DeltaV system will provide further information related to the devices or control systems or other performance characteristics of the selected element. On the right-hand side of Fig. 13, an expert engine has collected and displayed information regarding diagnostics of the selected DeltaV system including the number of modules (in this case 42) which are within the incorrect mode, the number of modules which have exhibited limited control, the number of modules having had input/output problems and the number of modules having large variability. Again, the data used to create this screen may come from external data sources through the data collection and distribution system described herein. Still further, control performance, control utilization, device health and process performance measures developed from one or more of the control data, device data and performance data are illustrated at the bottom of the display of Fig. 12.

Referring to Fig. 14, more information about the same system in terms of the modules with bad input/output is displayed as another lower level display. Here the right side of the display shows particular module names and the percentage of time each has had bad input. This screen also shows a list of alarms generated and, in particular, that an alarm for a block AI1 exists as the block AI1 is having bad input 100% of the time due to a device failure. This display also illustrates that the device needs maintenance soon. Of course these and other types of user interface screens could be provided for any or all

of the information pertaining to device health, variability, status, etc. The displays of Figs. 13 and 14 may be generated by a diagnostic control routine such as that disclosed in the U.S. Patent Application Serial Numbers 09/256,585 and 09/499,445.

Fig. 15 is still another exemplary depiction of a display that may be provided by the GUI which enables a user to track work orders which may have been automatically generated by the work order generation routine 270. The asset utilization suite 50 may provide data to the work order generator routine 270 which causes that routine to automatically generate work orders in response to a problem or potential problem discovered or recognized by the asset utilization suite 50 and/or a user working with the asset utilization suite 50 via the GUI. For example, the asset utilization suite 50 may receive diagnostic information, maintenance requests, etc. from internal and external data sources and, in response, may cause the maintenance system to generate a work order that requests a maintenance person to attend to one or more problems in connection with the diagnostic information. Of course, the specifics of the work order generated will depend on the type of problem or situation detected and the standard forms used to correct the problem, such as ordering parts, supplies, etc.

Still further, the work order generation routine 270 could include a business to business communication function that, based on detected actual or predicted problems within the plant 10, will automatically communicate with a supplier or other business to order parts, supplies, etc. with or without operator or maintenance person intervention. More particularly, the routine 270 can receive notifications of current problems or predicted future problems with devices or other assets based on data provided by or predictions made by the asset utilization suite 50 or any of the data analysis tools, such as the rotating equipment analysis tools. The routine 270 then automatically contacts a supplier via, for example an internet, telephone or other communication connection and orders the parts, equipment or supplies to be delivered to the plant 10 before the device needs to be replaced. In this manner, the work order generation routine 270 limits the down time or helps to assure that there is little or no down time caused by the need to wait for parts, equipment or supplies to fix the problem when it actually occurs. This fact, then makes the plant 10 more efficient.

Referring now to Fig. 16, the GUI can provide other screens to a user to indicate current or future problems, such as predicted problems, which can be detected by the asset utilization suite 50 or any of the data analysis tools within the plant 10 such as data analysis tools associated with remote data sources. In particular, Fig. 16 illustrates a display showing spectral plots of vibration of an element, such as a shaft, within a rotary device performed by the vibration analysis programs 23 of Fig. 1 and conditions or problems detected by the analysis tool based on these plots. Of course other conditions for rotary or other devices based on the results of data analysis tools can also be displayed. Still further, the results of these tools can be used to cause the work order generation routine 270 to automatically order replacement parts and/or to order or schedule work (such as repair or maintenance) to be performed within the plant 10.

While the data collection and distribution system 102 and the asset utilization suite 50 and other process elements have been described as preferably being implemented in software, they may be implemented in hardware, firmware, etc., and may be implemented by any other processor associated with the process control system 10. Thus, the elements described herein may be implemented in a standard multi-purpose CPU or on specifically designed hardware or firmware such as an application-specific integrated circuit (ASIC) or other hard-wired device as desired. When implemented in software, the software routine may be stored in any computer readable memory such as on a magnetic disk, a laser disk, or other storage medium, in a RAM or ROM of a computer or processor, in any database, etc. Likewise, this software may be delivered to a user or a process control plant via any known or desired delivery method including, for example, on a computer readable disk or other transportable computer storage mechanism or over a communication channel such as a telephone line, the internet, etc. (which are viewed as being the same as or interchangeable with providing such software via a transportable storage medium). Also, while the suite 50 is described as possibly being or using a rule-based expert, other types of expert engines could be used as well, including those which use other known data mining techniques.

Thus, while the present invention has been described with reference to specific examples, which are intended to be illustrative only and not to be limiting of the

invention, it will be apparent to those of ordinary skill in the art that changes, additions or deletions may be made to the disclosed embodiments without departing from the spirit and scope of the invention.

【Brief Description of the Drawings】

Fig. 1 is a block diagram of a process control plant having numerous equipment and process monitoring devices configured to receive and send data to one or more data collection and distribution stations, which may send this data to viewing and diagnostic routines that use the collected data to provide numerous benefits in the process control plant;

Fig. 2 is a functional diagram illustrating data flow between various data sources and applications which combine this data to perform various functions;

Fig. 3 is a more detailed data flow diagram illustrating the data flow from numerous sources of equipment monitoring, process device monitoring and process performance monitoring data to a data collection and distribution system which then provides this data to an asset utilization and production planning suite that fuses the collected data to create more complete views and/or better diagnostics for a process control plant;

Fig. 4 is a block diagram illustrating an architecture for one embodiment of a process control environment that implements a data collection and distribution system associated with multiple disparate data sources;

Figs. 5A and 5B depict one manner of organizing and storing data collected from numerous data sources in a configuration database in a manner that makes this data commonly available to other applications;

Fig. 6 is a diagram illustrating an application that enables a user to configure a data collection and distribution system to automatically provide collected data to applications within a process control environment in conjunction with the configuration system of Fig. 5;

Fig. 7A is a block diagram of a model used to simulate the operation of an area within a plant;

Fig. 7B is a block diagram of a model used to simulate the operation of a unit within the area model of Fig. 7A;

Fig. 8 is an exemplary depiction of a display representing a unit within a process control system that may be displayed by a graphical user interface using data collected from different data sources;

Fig. 9 is an exemplary graphical display that may be provided by a graphical user interface using data collected from different data sources;

Fig. 10 is an exemplary depiction of a display that may be provided by a graphical user interface to enable a user to view audit trail information compiled from different data sources;

Fig. 11 is an exemplary depiction of a display that may be provided by a graphical user interface to enable a user to perform a more detailed analysis of data collected from different data sources and used to generate one or more indexes for a device;

Fig. 12 is yet another exemplary depiction of a display that may be provided by a graphical user interface to enable a user to quickly investigate information within a plant;

Fig. 13 is an exemplary depiction of a diagnostic display that may be provided by a graphical user interface that enables a user to analyze the performance and/or status of one or more process control loops or other process control entities using data collected from different data sources;

Fig. 14 is an exemplary depiction of a diagnostic display that may be provided by a graphical user interface that enables a user to analyze the performance and/or status of one or more process control loops or other process control entities;

Fig. 15 is still another exemplary depiction of a display that may be provided by a graphical user interface to enable a user to track or generate work orders; and

Fig. 16 illustrates a display showing a spectral plot of vibration of an element within a rotary device that may have been generated by an external data source.

【Reference Numbers】

10	Process Control Plant
12, 14	Process Control System
50	Asset Utilization Suite
102	Data Collection and Distribution System
104	Process Control Data Source
106	Equipment or Process Health Data Source
108	Performance Monitoring Data Source
110	Financial or Production Planning Data Source
112	Field Devices
114	Corrosion Monitoring Data Source
116	Alarming Data Source
201	Process Control Data
202	Equipment Monitoring Data
203	Process Performance Data
204	Data Collection and Reconciliation Applications
206	Process Control Function Block
208	Process Controller or Control Applications
210	Diagnostic Applications
212	Process Control Historian
214	Process models
220	Equipment Monitoring Functional Block
222	Equipment or Condition Monitoring
224	Equipment Diagnostic Applications
226	Historian
228	Equipment Models
230	Process Monitoring Functional Block
231	Process Performance Monitoring Applications
232	Performance Models

234	Process Performance Monitoring Histrian
239	Functional Block
240	Plant State Monitor Applications
242	Equipment Performance Screens, Raw Data Screens, States Diagram
244	Display Applications
246	Alarming Applications
248	User Displays
250	Diagnostic Applications
260	Action Applications
262	Predictive Applications
264	Feedback Path
270	Work Order Generation Application
273	Diagnostic Display
274	Recommendation Screens
275	Screens indicating target production utilization
276	Screens indicating equipment utilization
277	Production Planning and financial Screens

1. Abstract

【Means of Resolving】

A process control system uses a data collection and distribution system and an asset utilization suite to collect data or information pertaining to the assets of a process plant from various sources or functional areas of the plant including, for example, the process control functional areas, the maintenance functional areas and the process performance monitoring functional areas. This data and information is manipulated in a coordinated manner by the data collection and distribution system and is redistributed to other applications where this it is used to perform overall better or more optimal control, maintenance and business activities. Information or data may be collected by maintenance functions pertaining to the health, variability, performance or utilization of a device, loop, unit, area, etc. and this information may then be sent to and displayed to a process operator or maintenance person to inform that person of a current or future problem. A user interface is provided that enables users to access and manipulate the expert engine to optimize plant operation or cause optimization of plant operation, to get information about the operation of the plant, etc. Furthermore, applications, such as work order generation applications may automatically generate work orders, parts or supplies orders, etc. based on events occurring within the plant.

2. Representative Drawings

Fig.3

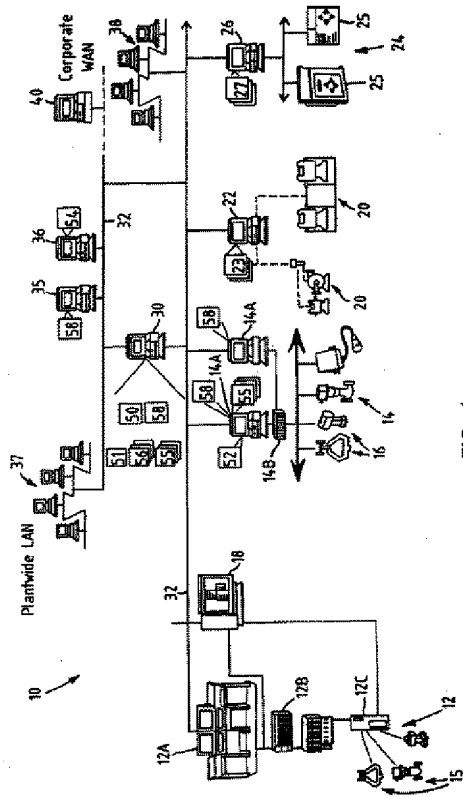


FIG. 1

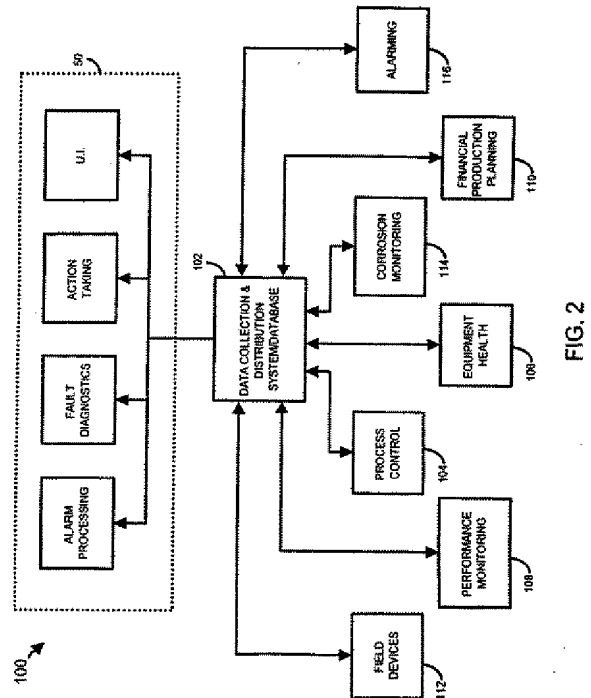


FIG. 2

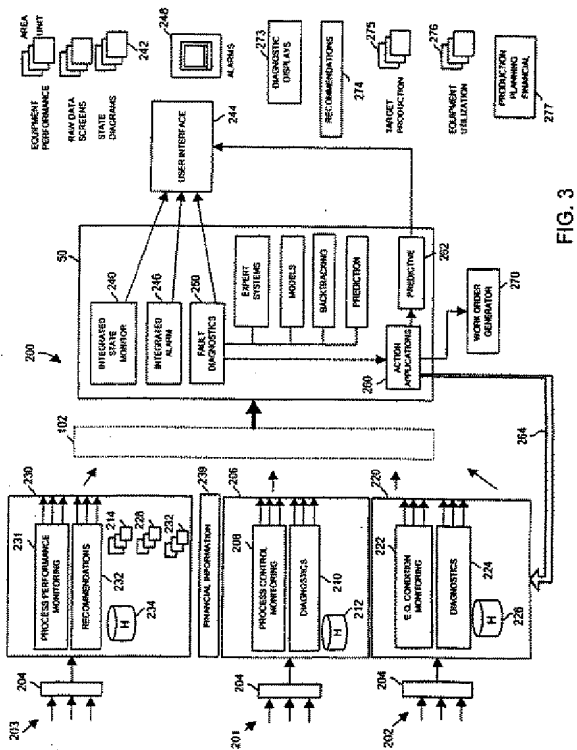


FIG. 3

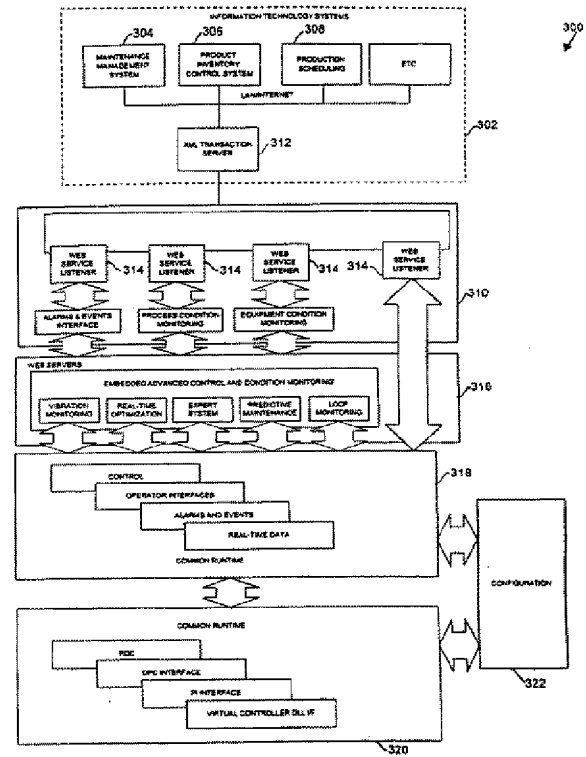


FIG. 4

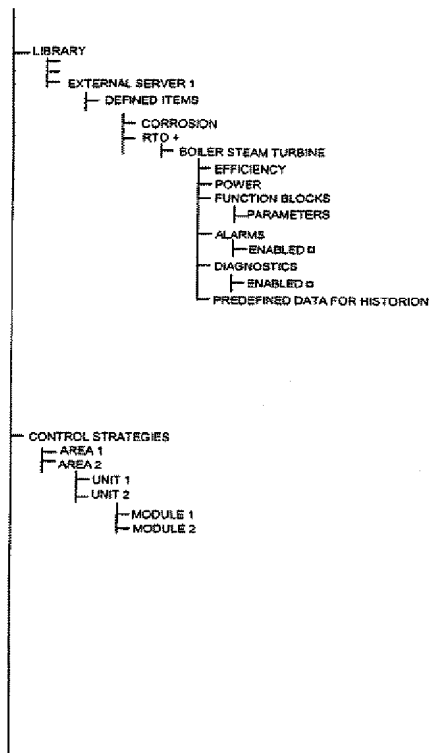


FIG. 5A

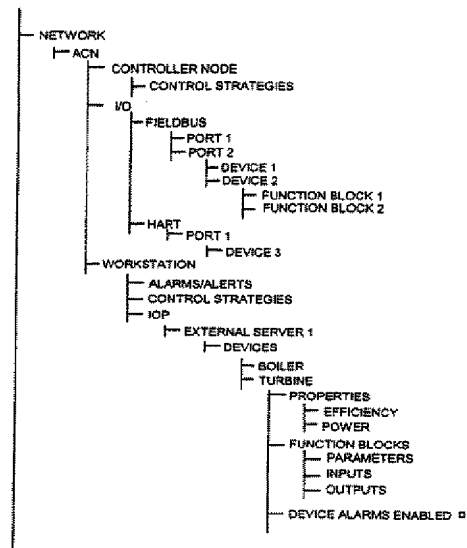


FIG. 5B

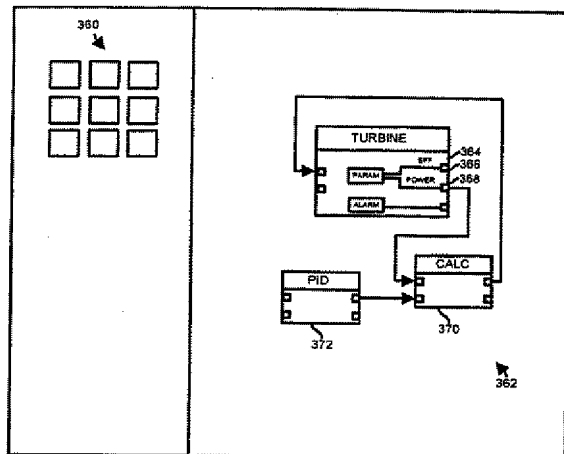


FIG. 6

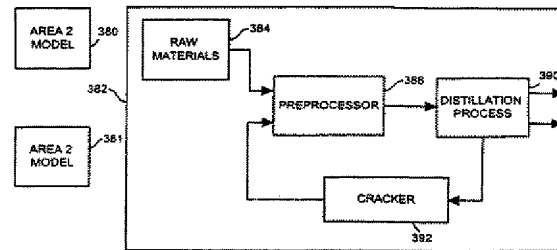


FIG. 7A

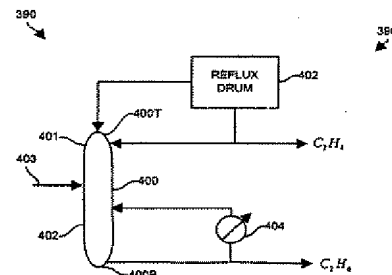
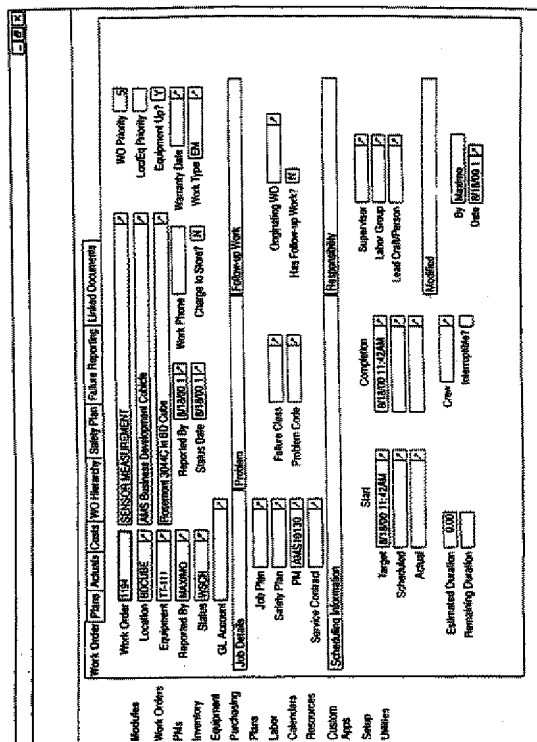
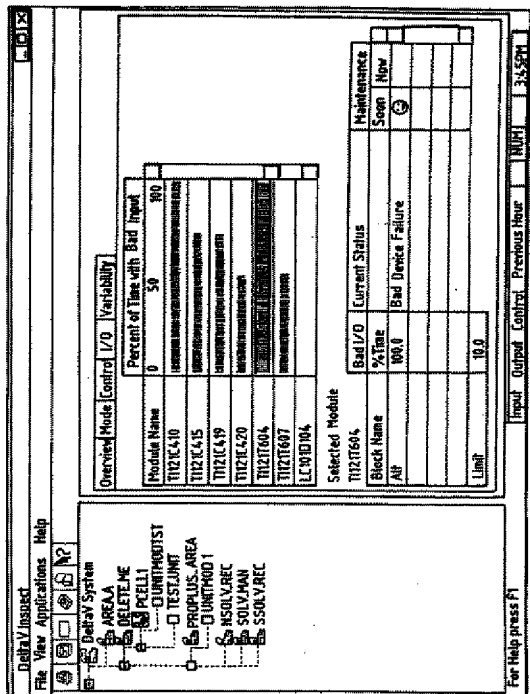
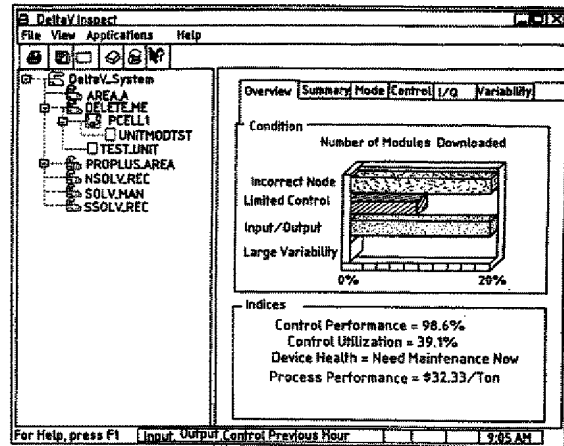
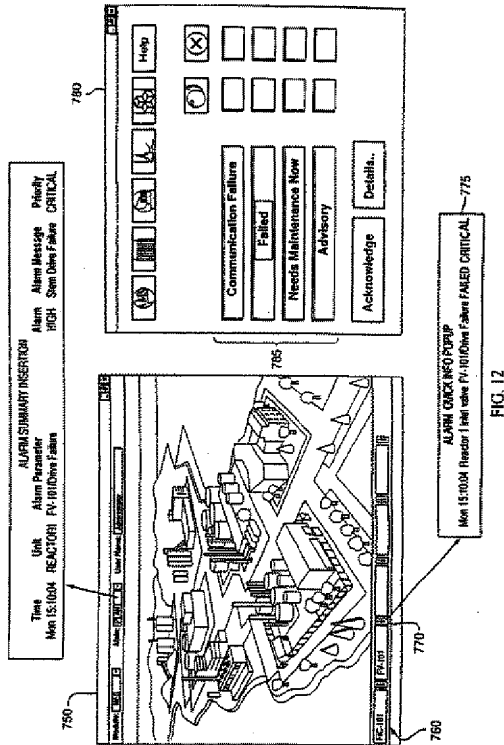


FIG. 7B



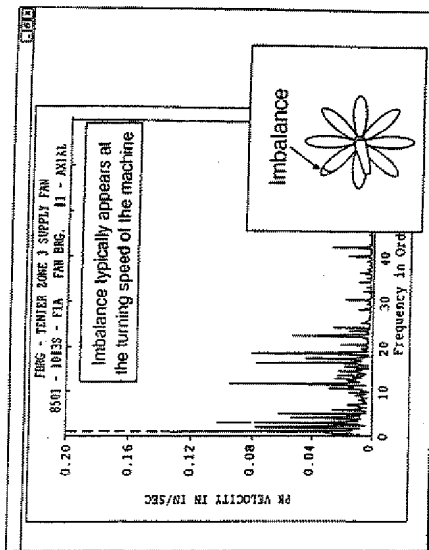


FIG. 16

